

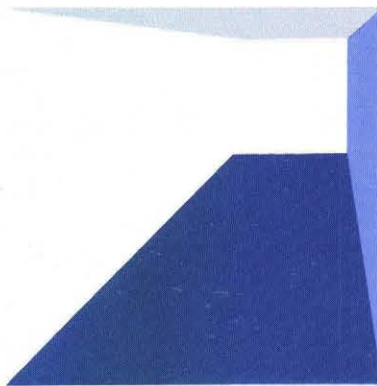
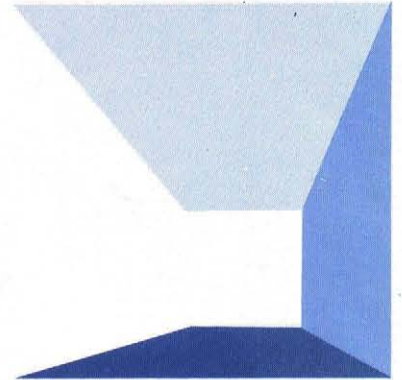
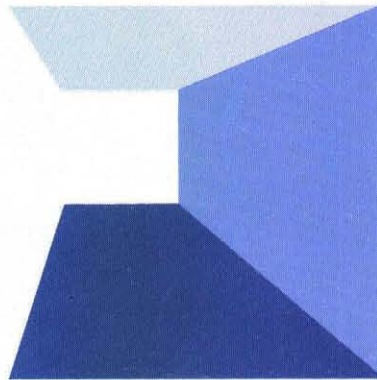
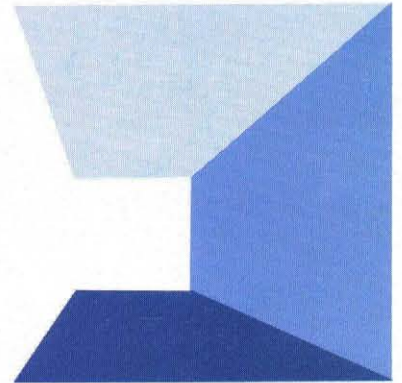
水と土

ISSN 0287-8593

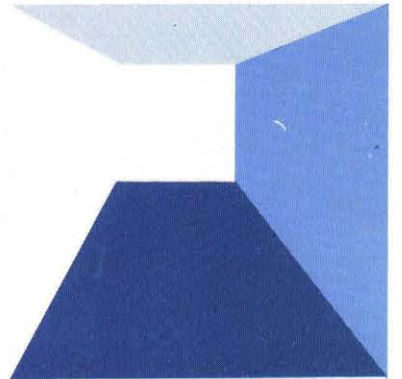
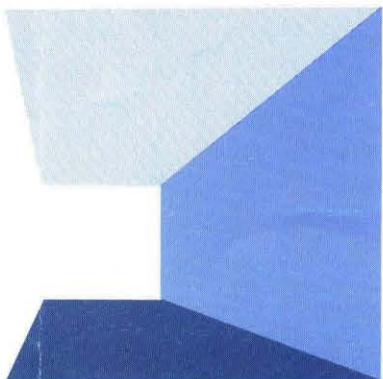
第 65 号

昭和61年 6 月号

農業土木技術研究会



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



マルチプルアーチダム(多拱扶壁型堰)とその改修について — 香川県豊稔池ダムから —

(本文15頁参照)

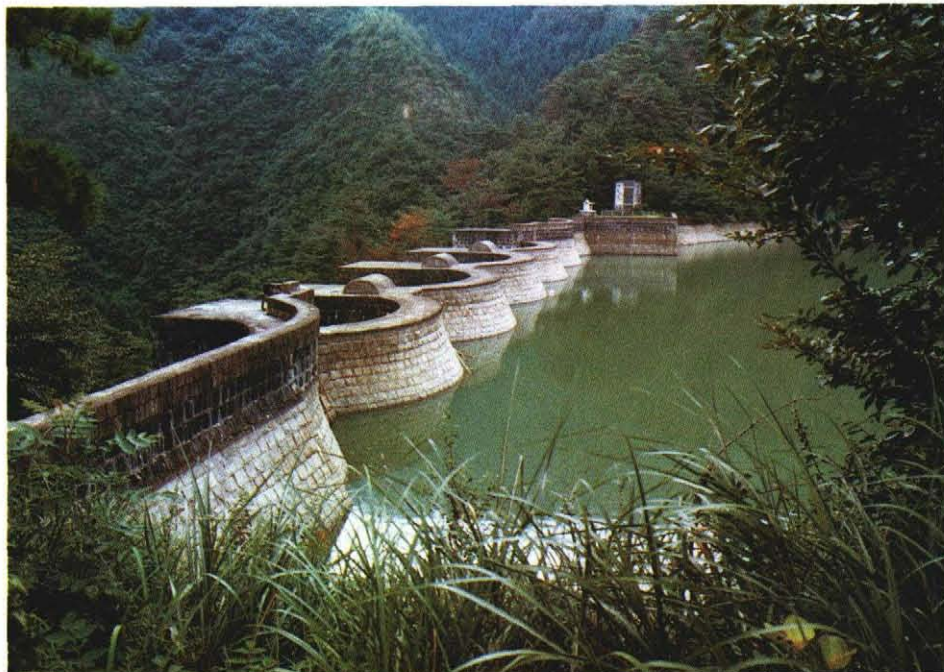


写真-2 ダム上流側全景



写真-3 サイホン洪水吐の放水状況

畑地かんがい地区における水管理施設の設計事例

(本文21頁参照)



写真-1 下段南幹線3号ファームpond($V=6,150\text{ m}^3$)

NATMによる道路トンネルの設計施工及び計測について

(本文44頁参照)

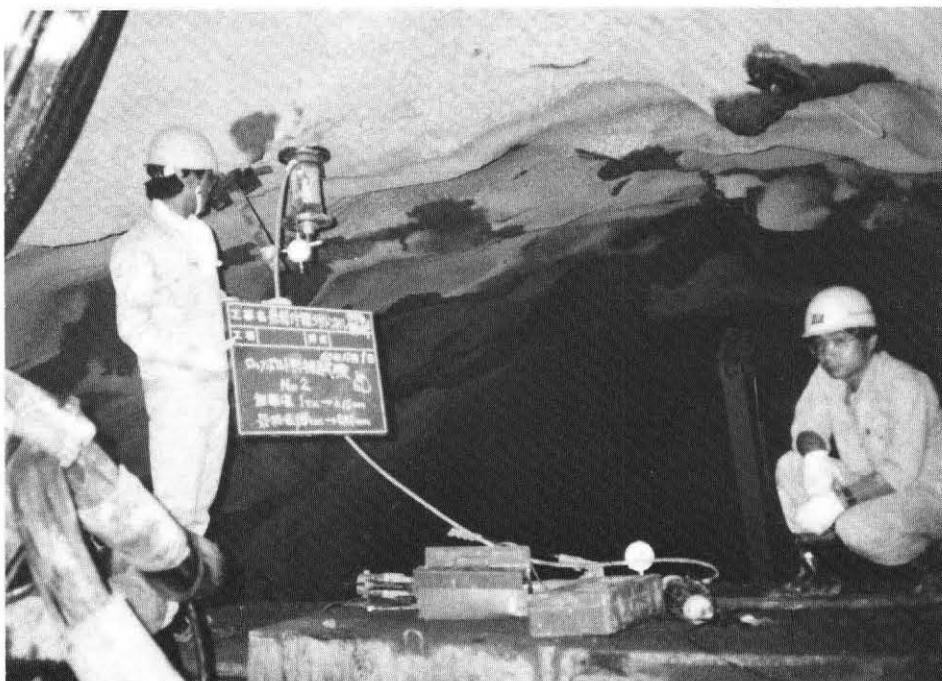


写真-9 計測状況(2)

グラビア

マルチプルアーチダム(多拱扶壁型堰堤)とその改善について
 ——香川県豊稔池ダムから——
 畑地かんがい地区における水管理施設の設計事例
 NATMによる道路トンネルの設計, 施工及び計測について

巻頭文

事故と責任 石川 明……(1)

報 文

報文内容紹介 ……(i)

新しい水田耕地組織の提案 須藤 良太郎……(2)
 三好 英 幸

瀧川排水機場のリバース工法による杭施工について
 家合 庸 倫……(9)

マルチプルアーチダム(多拱扶壁型堰堤)とその
 改修について ——香川県豊稔池ダムから——
 泉川 利 雄……(15)

畑地かんがい地区における水管理施設の設計事例
 中澤 功美……(21)
 平井 篤富
 春 原 男

杭式導流堤方式による取水工の水理模型実験
 (桑原用水地区)
 名知 和 男
 加納 喜 明
 川出 文 男……(29)
 佐木 茂
 留 田 信 治

斜張橋の風洞実験について
 秋本 修……(38)
 小 林 光 男

NATMによる道路トンネルの設計, 施工及び
 計測について ——県道付替第3号トンネル——
 金沢 貞 行……(44)
 照井 敏 弘

笠野原畑地かんがい事業について 中島 信 雄……(53)

省力化が進む散水かんがい 千 葉 孝……(57)

論 説

技術力の維持向上と合理化について 阪 田 剛 一……(70)

ニュース

「農地地すべり研究会」が発足 ……(73)

会告・編集後記 ……(74)

水と土 第65号 報文内容紹介

新しい水田耕地組織の提案

須藤良太郎 三好 英幸

水田の耕地組織は、水田に於ける土地及び労働生産性を長期にわたり最も規定するものであり、その重要な要素である水田の区画については従来から多くの検討がなされてきた。本報文は、近年の水田農業をとり巻く情勢の様々な変化に対応した新たな水田区画の在り方について考察を行い、更にこの区画を満足させるために必要となる新しい水田耕地組織を提案し、その妥当性について検討したものである。

(水と土 第65号 1986 P. 2)

斜張橋の風洞実験について

秋本 修 小林 光男

斜張橋はその構造から一般的に耐風性が非常に問題となる。北海道・十勝支庁における広域農道・十勝中央地区の斜張橋を主橋梁とする十勝中央大橋においても断面・構造決定に際し、事前に東京大学の施設を用いた部分及び全橋模型による‘風洞実験’を行った。主桁断面の決定、主塔の耐風性を主目的に実験を行った結果、特に主桁断面は高欄の堆雪による閉塞時から決定される等、積雪寒冷地の特徴が良く示されているものとなった。

(水と土 第65号 1986 P. 38)

潟川排水機場のリバース工法による杭施工について

家合 庸倫

県営洪水防除事業潟川下流地区潟川排水機場の基礎工として採用された、リバース工法の施工について現場にたずさわった者として、その施工時に感じた注意点、問題点についてまとめるとともに、既製杭と違い、困難な施工管理をとまなうことから、今後、この工法にかかわる監督者にその留意すべき点と工事施工内容についての特徴を報告する。

(水と土 第65号 1986 P. 9)

NATMによる道路トンネルの設計、施工及び計測について

一県道付替第3号トンネル—

金沢 貞行 照井 敏弘

国営会津宮川農業水利事業の水源地施設として建設予定の新宮川ダムに水没する県道会津若松、南郷線の付替補償として、現在施工中の県道付替第3号トンネルは、土地改良事業における初めての試みとして、現状において一般工法化しつつあるNATMでの施工を行っている。

本稿では、本トンネルにおけるNATMの設計基本、施工状況及び現場計測管理の実態について報告するものである。

(水と土 第65号 1986 P. 44)

マルチプルアーチダム(多拱扶壁型堰堤)とその改修について

—香川県豊稔池ダムから—

泉川 利雄

豊稔池のダムは全国的にも珍しいマルチプルアーチダムであり、昭和5年に農業土木技術者の手により完成したものである。以来55年余が経過し老朽化が進み漏水や亀裂の発生が顕著となったので2ヶ年間の調査を経て改修計画を樹立した。この機会にダムの沿革や構造ならびに現在の老朽状況と改修の考え方等について報告するものである。

(水と土 第65号 1986 P. 15)

笠野原畑地かんがい事業について

中島 信雄

笠野原畑地かんがい事業の1.概況, 2.事業経過, 3.工事内容, 4.問題点を紹介してあります。特に問題点については、当初考えられなかった種々の問題が発生しており、それらの代表的な事例を4点程(同意率, 防霜用水, 継手の破損, 魚貝類の発生)列記してあります。

(水と土 第65号 1986 P. 53)

畑地かんがい地区における水管理施設の設計事例

中澤 功 平井篤美 春原富男

畑地かんがい事業を実施して来た国営伊那西部地区は、事業完了を控えて施設の管理に一部移行しながら、円滑な水管理施設の運営を図るべく関係者が日夜努力しておられる。全量揚水方式である地区計画の概要と特性を要約して述べると共に、水管理施設の計画、設計の経過の中で、注意した要点等について紹介するものである。CRTを導入した水管理システムの情報処理機能等も参考にしていただければ幸甚である。

(水と土 第65号 1986 P. 21)

省力化が進む散水かんがい

千葉 孝

畑地かんがいの普及発展には、かんがい作業の有力化が重要な課題である。人力作業を主体にしている我が国に較べ世界の散水かんがい施設は様々なアイデアと新材料の導入等により省力的なシステムが次々に開発され、畑地かんがいを大きく推進しているの、これまでに見聞した機械化又は自動化散水施設の主なものについて、その特徴と性能等を報告する。

(水と土 第65号 1986 P. 57)

杭式導流堤方式による取水工の水理模型実験(桑原用水地区)

名知和男 加納喜明 川出文男

佐々木茂 留田信治

本地区の主工事は長良川本川に大規模な取水施設を設置するという、全国的にもまれな工事である。そのため、施設の規模、構造等について水理模型実験を実施し、また、河川内工事であるため、その施行計画について検討を重ね昭和60年度に着工した。

本報文においては、この水理模型実験についてその概要を紹介するものである。

(水と土 第65号 1986 P. 29)

事故と責任

石川 明*

スペースシャトル「チャレンジャー」の爆発事故原因を調査してきた米大統領調査委員会は6月9日大統領に提出した報告書を公表した。事故原因について、発射前の寒さで固体ロケットのブースターの継ぎ目に異常が生じ、発射後に炎がこの箇所から噴き出したのが原因であると断定し、継ぎ目の密閉部が温度、大きさ、材料そして再使用の影響を考えていない欠陥設計によって事故が起きたことが明らかになった。

つまり、固体ロケットの直径はそれまでの使用によって膨らみ、継ぎ目を広げているので再使用しようとしても限界があることが明らかにされた。

また以前から固体ロケットのブースターは寒さに弱くと指摘され、発射前夜に技術者が打ち上げ延期を進言していたにも拘らずそれを強行した NASA の決定プロセスに重大な欠陥があったとし1月28日の打上げを「判断の誤り」としている。また打ち上げ当日と同じ低温下で固体ロケットの継ぎ目が機能するか委員会が8回実験したが8回ともうまく働かず NASA の無謀さにあきれたという。これら原因究明の結果をふまえて、固体ロケットブースターの技術的改善のほか、①これまで NASA の一部幹部にゆだねられていた打ち上げの最終決断に宇宙飛行士を加えるなど管理運営部門の改革②安全性、信頼性、品質などについて安全諮問委員会を設置など組織、管理、運営について鋭い勧告をしている。これを受けて NASA のフレッチャー長官は「内部の情報伝達のまずいところは改善に努める」旨声明を発表している。「死亡した7人の飛行士たちと同じだけの勇気を NASA が持っていれば事故は防げた」と報告書をまとめるにあたって委員の一人、R・ファインマン博士は主張し NASA に「時には立ち止り、後退する勇気」を求めている。NASA はこれまで巨大な国力と膨大な研究開発費を背景に宇宙開発で世界をリードしてきた。その自信過剰が組織や管理運営を硬直化させ、強引な意志決定に繋がることになったとも思える。

昨夏の日航機墜落事故の原因については最終報告は未だに公表されていないが、これまでの調査では、客室隔壁の補修時のリベットの打ち違いによる金属疲労説が最も有力となっている。これを真実とするならば、補修を請負った、ボーイング社の安全、技術管理体制が先づ問われなければならないし、日航のチェック機能が問われる。また、5月のチェルノブイリ原発事故も新聞報道によれば、作業員の制御棒の操作ミスと伝えられている。原発で考えられないミスと素人には思えるが、これが真実となるとこの発電所では、安全管理、労務人事管理、運営管理など全体の管理システムは機能していないのではないか疑いをもつ。

これらの事故がいずれも人為的なミスによるものであって自然災害ではないことだけは明瞭である。それも、組織の運営管理によって充分未然に防止出来たものであろう。とすると、その衝にいた人達、特に技術者達は、どのように責任を追求され、処分を受けることになるのだろうか。またその人達のその後の技術生命は断たれることになるのだろうか。

科学技術が分化し専門化し高度化するほど全体を組織化し総合し判断する更に高度の技術力が要求される時代になっている。「判断の誤り」を犯したときその罪を償う道は何か。技術者の良心に恥じない道とは何処にあるのか。犠牲者に対する謝罪や補償金では済まされない問題がそこにあるのではないかと思う。

農業土木の現役を退いて5年を過ぎた昨今であるが、ダム建設に直接、間接に係った28年間の泥くさい経験を未だにいくつかのダム技術検討委員会（農業土木総合研究所）で御利用いただける機会に恵まれ、現役技術者やコンサルタント技術者との討議に参加させてもらっている。最近のダムは基礎地質や材料に曾ては致命的と思われた問題もっている。基礎について言えば多くが新第3紀以前のいわゆる軟岩上或いは土質基礎上のフィルダムであり、地質構造も複雑で、変形性或いは透水性からみて、曾ては適地とは認められなかったサイトである。これに挑戦するには、綿密な調査、試験、解析にばう大な費用と時間と人材を必要とするばかりでなくその設計から施工管理まで一貫した技術管理の責任体制が必要であると思う。しかし現状は現場の技術責任者（技術的判断をする人）は2年余で次々と交替しているようで、これでは現況の掌握、対応策の検討、結果の判断という現場技術者の喜びを味う時間もないのではないかと同情しかつ責任の所在を危むこともある。私個人の話で、まことに恐縮だが、入省から10年足らずの間に2つのダム現場で調査から築堤70%まで2回味わせていただいた経験がある。思えば生意気な若僧であったが、ダム建設を背負っているような気持の毎日であったように思える。一方で、今日でも地震や洪水の報に接する度にあの2つのダムの事が気がかりになり、崩壊事故が起きたら、責任者は誰なのか？ 私も責任者であろうか？ と思う昨今である。

「チャレンジャー」「JAL機」、「チェルノブイリ原発」、の事故を思うとき、私達の関係する土木の分野でもひとたび事故が起きれば多くの人命財産に係る重要構造物を築造している以上、技術の管理体制、責任の所在を問われるような事が起きないよう、願いたいものである。農業土木事業が多様化し技術分野が広範になっている現今、専門技術者の育成は困難であることは百も承知しているが、先端技術と事故と責任について改めて考える良い機会と思ひ愚論を呈して御批判を乞う次第である。

*（社）畑地農業振興会

新しい水田耕地組織の提案

須藤 良太郎* 三好 英幸**

目 次

1. はじめに……………	2	4. 新しい水田耕地組織の検討……………	3
2. 水田区画規模の多様化の要請……………	2	5. 新しい水田耕地組織の適用……………	6
3. 新しい水田耕地組織の概念……………	3	6. おわりに……………	8

1. はじめに

現在、我が国の農業は農村の混住化の進展、農業従事者の兼業化と高齢化の顕在化、諸外国からの農産物市場解放の要請等厳しい情勢下にある。特に我が国の農業の中心的役割を果たしてきた水田農業については、米の需給の不均衡を是正するための水田転作の推進と生産性向上等による生産コストの低減が緊要な課題となっている。これらの課題に対処するため、農業生産構造を再編成するとともに、農地の流動化等による規模拡大や営農集団等による農作業の効率化等が強く求められている。農業基盤整備事業はこれまでに長期にわたり圃場整備事業を中心として水田農業の基礎的条件である耕地組織の整備を行い、水田農業の生産性の向上や農業構造の改善に資してきたところであるが、今後はこれら緊要な課題に従来に増して的確に対応することが求められている。

水田の耕地組織は水田における土地生産性及び労働生産性を長期にわたり最も規定するものであり、特にその重要な要素である水田区画規模については従来から多くの検討がなされてきたが、現在においては、長辺100m、短辺30m、面積30aの区画が標準区画として一般的に採用されている。このいわゆる30a区画は、圃場整備事業制度が創設された昭和30年代後半に採用され、これまでに20年余を経ているが、この30aの区画が、農業を取り巻く情勢の変化のなかで妥当なものであるか、更には農業と農村の動向からみて今後の水田の整備にあたってはどのような区画規模を前提とすべきかについて検討が必要と思われる。

本報では、このような情勢の中で求められる新たな水田区画規模について検討を行い、この区画規模を満足させるために必要となる新しい水田の耕地組織を提案し、

その妥当性について考察するものである。なお、本報における水田の区画とは、周辺を道水路・畦畔で囲まれた耕区を意味する。

2. 水田区画規模の多様化の要請

現在の農村においては、混住化が進むなかで農業従事者の兼業化と高齢化が急激に深化しつつある。これに伴い今後の農業構造は少数の大規模専業農家、あるいは生産組織により水田地域の大部分が経営される一方で、定住的あるいは趣味的に農業を行う農家が依然として多数存在するという農家の二極化が進行することが予想される¹⁾。

また諸外国の農産物市場解放の圧力や国民の農産物価格低減の要求など農業内外の厳しい要請に答えるため現在進みつつある農地の流動化により経営規模の拡大を図るなど、生産性の向上により生産コストの低減を図ることが今後更に要請されるであろう。

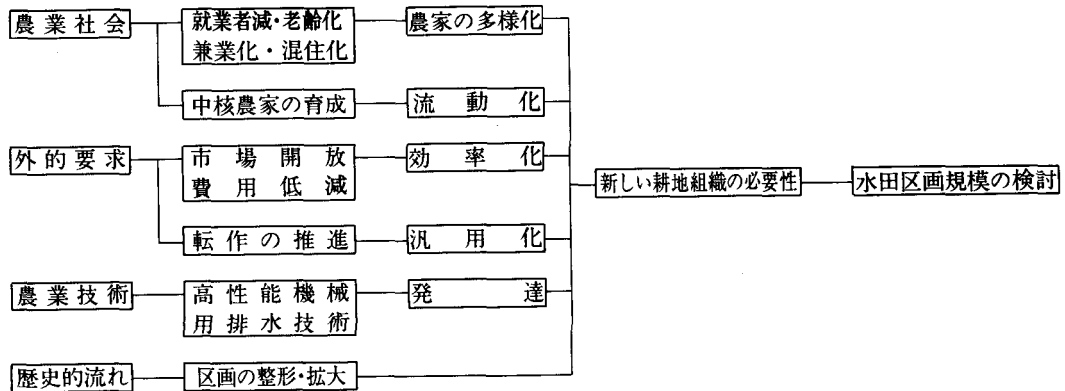
このような状況並びにすでに報告してきた水田区画規模の規定要因の動向²⁾と農家の意向³⁾を考慮し、水田区画規模を決定するための課題を整理すると図-1のようになる。

水田区画規模の決定はすでに述べたとおり、地域の農業と農村の展開の見通しの上で関係者の合意により形成される。このような複雑な課題に対し、関係農家が共通する見通しを有することは極めて稀有のことであり、共通の認識を得るには相当の年月を要することが考えられる。この間農家の意向はそれぞれの事情によりますます多様化することになり、関係者の合意を形成するためには区画規模の決定について多様な対応が必要となる。

今後の水田区画規模について求められるものは、①大区画の要請②多様な区画の共存という二点に集約できる。この両者を満足する水田区画規模の基本的な考え方

*構造改善局次長

**大江山麓開拓建設事業所



図一 水田区画規模の決定における課題

としては、従来の区画規模30aを大幅に上まわる区画規模に近い将来容易に具体化されるような区画の整備を目標としつつ、当面は多様な農家を満足させる様々な区画規模をもつことが必要とされている。

3. 新しい水田耕地組織の概念

このような新しい水田区画規模を実現するためには新しい水田耕地組織の整備が必要である。

耕地組織の整備はいうまでもなく耕地の形質の変更を伴うものであるが、新しい水田耕地組織は形においては大区画への要請と多様な区画の共存に、また質においては水田の汎用化に対応できるものでなければならない。

更に新しい水田耕地組織を考える場合、すでに10～20aで整備されている水田の再整備について考慮する必要がある。

このような耕地組織を考える場合、従来の画一的な30a標準区画に対応する耕地組織ではなく、多様な耕区が営農的に形成できるような耕地組織を考えなければならない。

まず大区画の要請と多様な区画の共存への対応についてみれば、標準的な耕区規模の集合体としての耕地組織では地域的、時間的な普遍性に欠けるため多様な区画規模を包括し、かつ比較的容易に耕区が設定できる耕地組織でなければならない。

現在の耕地組織の整備にあたっては整地土工量を節減するため耕区毎に均平を行っている例が多い。新しい耕地組織では均平区を可能な限り拡大し、その均平区の中で任意に畦畔を設け地域の実情に合った耕区を設定できるよう整備することになる。この場合整地土工量の増大をできる限り小さくする検討が重要である。

従来の耕地組織は整地土工量を少なくするため、耕区の短辺方向を傾斜方向と一致させ、必然的に農区の長辺方向が地形傾斜方向と一致するようになっているのが一般的である。

いま農区の形状方向を変えずに圃区均平を行うと土工量は激増することになることから、均平区である圃区あるいは農区の短辺方向と傾斜方向を一致させ土工量を節減することが考えられる。

次に水田の汎用化への対応についてみれば、たとえば地区内に畑地として多様な畑作物を栽培する水田を含む場合の農道配置は、収穫物の搬出時の運搬量と運搬距離の関係から耕区の長辺が制限要因となる。このように耕地組織は道水路で規定された固定的なものであるのに対し、流動的な作目に対応して固定的に農道配置を考えると本来不可能であるから、農区内に必要なに応じ仮設的な耕作道を設けることにより対応することを考える。

一方、土地利用型作物ではこれと異なり機械の作業効率等から耕区の長辺は制約要因にはならない。

また排水条件からは畑作に限らず水田稲作においても長辺長が長くなるほど排水性が低下する。しかし、暗渠排水の施工に加えてうね立て、排水トレンチ等の営農段階での排水促進対策により200m程度までなら可能であるとされている⁴⁾。

以上から新しい水田耕地組織の概念は次のようになる。

- ① 基本的に大区画が可能であること。
- ② 均平区を従来の耕区単位から圃区あるいは農区単位とし耕区を任意に設定できること。
- ③ 土工量を節減するため均平区短辺方向を地形の傾斜方向に合わせること。
- ④ 従来の耕地組織に比較的容易に適合できること。
- ⑤ 作目に応じて耕作道等が任意に設けられること。

4. 新しい水田耕地組織の検討

農区又は圃区均平とし、農区短辺方向を地形の傾斜方向に合わせることを前提に図一2に示すいくつかの水田耕地組織について検討する。

これは水稻作重点型と畑作重点型に大別され、それぞれ

		農 区 形 状		特 徴	
		平 面 図	断 面 図	長 所	短 所
A 水稲作重点型	A-1 標準案型		<p>(平地地)</p> <p>小用水路 (バイブライン) 小排水路 暗渠</p> <p>(極平地地)</p> <p>小用水路 (バイブライン) 小排水路 (管路) 暗渠</p>	①均平区が圃区(極平地では農区)であるため、任意の耕区が設定できる ②大区画化が可能で大規模経営が可能である ③作業効率が良い ④農区短辺を傾斜方向に合わせているため土工量の増大を最小限におさえている ⑤従来型農区より排水路が深くなる ⑥支線排水路が深くなる ⑦かん水、排水に時間がかかる	①均平が困難である ②防除が現行方式では困難である ③畑作の場合収穫等の作業効率が悪い ④小区画への対応及び換地が困難である ⑤暗渠設置より排水路が深くなる ⑥支線排水路が深くなる ⑦かん水、排水に時間がかかる
	A-2 排水重点型		<p>(平地地)</p> <p>小用水路 (バイブライン) 小排水路 暗渠 補助排水路 小排水路連絡管</p> <p>(極平地地)</p> <p>小用水路 (バイブライン) 小排水路 (管路) 暗渠 補助排水路 小排水路連絡管</p>	①～⑤A-1に同じ ⑥A-1に比べ排水路密度が高く排水性が良い ⑦潰れ地がA-1に次いで少ない	①～④A-1に同じ ⑤かん水に時間がかかる ⑥A-1に同じ ⑦工費がA-1より割高となる
B 畑作重点型	B-1 標準型		<p>(平地地)</p> <p>小用水路 (バイブライン) 暗渠 小排水路</p>	①～⑤A-1に同じ ⑥道水路密度が高く集約的畑作中心地帯に適している ⑦資材等の搬出入が容易で施設園芸にも適する ⑧小区画に向き、換地が容易である	①②A-1に同じ ③排水に時間がかかる ④排水路側に搬入路が必要である ⑤潰れ地が多い ⑥A-1に同じ ⑦工費が割高となる
	B-2 排水重点型		<p>(平地地)</p> <p>小用水路 (バイブライン) 小排水路 暗渠 補助排水路 小排水路連絡管</p>	①～⑥B-1に同じ ⑦用排水が両側に完備しており、集約的な畑作を考えた場合最適である ⑧多少の不平均でも排水の影響がない	①②B-1に同じ ③搬入路が多く必要 ④潰れ地が最も多い ⑤工費が最も高い ⑥B-1に同じ
C 従来型		<p>(平地地)</p> <p>支線用水路 支線排水路</p>	①零細自作農家に適している ②換地が比較的容易である ③均平が容易である ④用・排水とも一般的に問題はない ⑤防除等の作業は特に問題はない	①耕区を任意に変更するのが困難である ②大区画化が困難である ③畑作の場合収穫等の作業効率が悪い ④潰れ地が多い ⑤道水路密度が高く工費は割高となる	

図-2 新しい水田耕地組織の比較

標準型と排水重点型からなる。

それぞれの特徴は図-2に示すとおりであるが、本報では最終的に水稲作重点型の標準型(平坦地)を提案する。

これは圃区を均平区とし、圃区の短辺を150m、長辺については特に規定せず適用する地区の現況の基幹道水路を活かした範囲で定めるものとする。ただし長辺については、従来の200m×300mの農区で整備されている地区を再整備する場合には400m以上とする。

これにより任意に畦畔を設けることで多様な耕区が設定でき、最大6ha以上の大規模区画も可能となる。

またより大規模な水田経営を目指す地区やほとんど傾斜のない平坦地においては、小排水路を暗渠化し農区全体を均平区とすることも可能である。水稲作重点型の排水重点型は特に排水不良な地区に適用するもので小排水路を道路側にも設け吸水渠延長を短くし排水性を高めている。

畑作重点型は、稲作転換率が高く、高収益作物を栽培している地区に適用する。

これは農区=圃区とし、農道密度を高め収穫物等の搬出入を容易にしたもので、小区画に対応し易い形となっている。

特に排水重点型は農区の両長辺に用水路(パイプライン)のほかに排水路も設けられており畑作に理想的なものであるが、道水路密度が高く、各工事費の増大を招くことから、営農条件に恵まれ、事業費負担が可能な地区に限定される。

この新しい水田耕地組織(以下提案型という。)の特徴

と問題点を従来の水田耕地組織(以下従来型という。)と比較しながら整理すると次のとおりである。

(1) 農区及び圃区

図-3に示すように従来型は農区長辺が等高線に直交しているのに対し、提案型は平行している。

これは前述したように、後者の均平区が大きくなることにより整地土工量が大きくなるのを抑制するためである。このように農区の長辺が傾斜方向と一致しているものを直交型、等高線方向と一致しているものを平行型と呼ぶと、従来型は直交型農区、提案型は平行型農区といえる。

農区の大きさは圃区の大きさに規定されるが、圃区短辺を150m、長辺を400m以上としたのは作業効率、用排水、小区画への対応及び再区画整理への対応を考慮したためである。

(2) 作業効率

耕区長辺長が従来型の100mから150mと長くなり、また耕区面積も大きくとれることから、水稲作や麦、大豆等の土地利用型作物については農作業機械の作業効率は高まる。しかしながら野菜作や施設園芸については、従来型の100mでも長すぎること、またすでに報告したように畑作指向農家(=小区画指向農家)の要望する区画が長辺長40~79mに集中していること³⁾から、長辺長150mは長すぎるが、仮想的に作業道を任意に圃区内に設置することにより対応が可能である。

水稲作における防除機能力は現在一般に30~40mとされており、畦畔からの防除を前提すると耕区短辺長は当分の間30m程度が限界となる。しかしこれは今後の機

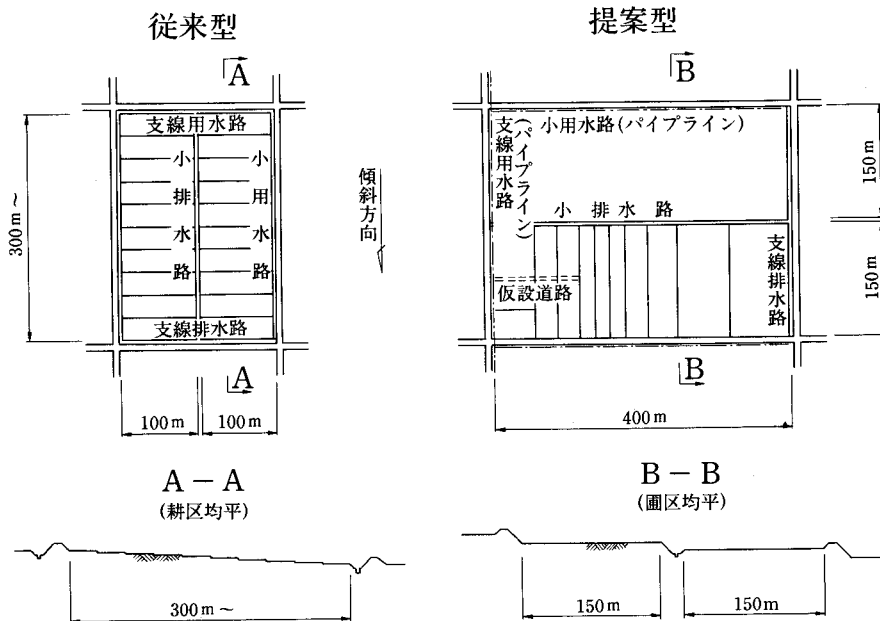


図-3 新しい耕地組織の提案

械の改良・高性能化によって変化しうるものであり、区画規模を決定的に規定するものではない。

(3) 用 水

提案型は現在一般化しつつあるパイプライン用水路としている。

従来は水管理上1用水路掛りの耕区数が20筆以上となると用水の均等配分が行われにくいことから、小用水路延長すなわち農区長辺は600m以内とされている⁴⁾。

しかしながら今後は農地の利用集積により1用水路掛りの関係農家戸数が現在よりも減少することが予想され、これが現在以上に耕地組織を規定する要因とは考えられない。

また、農区長辺方向に仮畦畔を設けてできた排水路側の小区画については、用水路側の水田からのかけ流しあるいは補助用水路の仮設により対応することとなる。

(4) 排 水

排水も用水と同様、排水路までの距離が長くなり排水に時間を要することになるが、吐口と暗渠の増設により解決できると考えられる。

農区長辺が長くなると水路勾配を確保するため、吸水渠延長が長くなり小排水路の底下げをしなければならないこと、更に下流側の小排水路と支線排水路の底高を下げなければならないこと、支配面積が大きくなるため水路断面を大きくしなければならないことから、工事費の増大を招くことが考えられるが、一方排水路の密度が小さくなることから、総体としてその影響は小さい。

ただし適用する地区の計画排水量、地形勾配を勘案し排水計画上から農区の長辺長を検討することは必要である。

また農区長辺方向に仮畦畔を設けてできた用水路側の小区画については、水稻作では畦畔ははずし、又は補助排水路の設置、畑作では排水溝の設置等により対応するものとする。

(5) 施 工

均平の精度を維持することが必要であるがこれも高性能施工機械の開発やレーザービームを用いた均平作業も開発されていることから、特に問題はないと考える。

(6) 工 事 費

第1に未整備地区を長辺400m、短辺300mの農区に整備した場合の直交型と平行型の10a当り工事費を比較した。

均平区は圃区としているが、直交型の場合各々の圃区を均平すると必然的に農区均平となる。

道水路密度は同じであるため、両者の差は整地土工量のみ現われ、直交型は平行型に比べ、整地土工費及び総工事費ともに高くなる。

これは勾配が急になるほど顕著となり、新しい耕地組織を採用する場合、圧倒的に平行型が有利であることが

わかる。

第2に未整備地区を長辺300m、短辺200mの従来型農区及び長辺400m、短辺300mの提案型農区(平行型)に整備した場合の10a当り工事費を比較した。

従来型は提案型に比べ均平区が小さいため整地土工量も少ないが農区が小さいことから道水路密度が高い。

これら整地土工量と道水路密度による工事費の増減が総工事費にどう影響するかをみると、整地土工費では提案型の方が従来型に比べ高くなるが、道水路工事費では従来型より安くなり、総工事費でも従来型より安くなる。

この傾向は地形勾配が急になるにつれ提案型の土工費がより嵩むことから、両者の差は小さくなるが、少なくとも平坦地水田地帯では従来型に比べ提案型の方が有利であることがわかる。

第3に従来型農区を平行型から直交型に変更して提案型と比較した。

地形勾配1/500程度では、整地土工費は提案型の方が高くなるが、道水路密度が従来型の70%で済むため、総工事費では提案型の方が従来型より安くなり、また潰れ地率も2.4%少ない。

この関係は地形勾配が急になると提案型の土工費の増大から逆転するが、約1/250以下の平坦地においては提案型の方が安く、潰れ地も少ないことがわかる。

第4に、既に従来型の30a標準区画に整備されている地区について、現況の農区規模を変更することなく農区均平とした場合と提案型に整備した場合について10a当り工事費を比較した。

この場合も従来の農区をそのまま均平区とするよりも、2つの農区を一つにまとめ提案型で整備する方が工事費も安価で、潰れ地も少なくなった。以上四つの比較にみるように提案した平行型圃区均平農区は、いずれの場合においても平坦地では従来型農区よりも工事費が安く、潰れ地も少なくなることがわかる。

5. 新しい水田耕地組織の適用

前節で検討した耕地組織を現実のある広がりをもつ地区に導入した場合の適性を見るため、現在A県で実施中の県営圃場整備事業B地区を対象に、従来型の耕地組織と提案型の耕地組織を比較し検討を行った。B地区は地区面積168ha、地形勾配平均1/700で、昭和初期に区画整理事業により10間×30間の1反区画で整備済みである。農家の約5%が専業農家であり、他は主に地区の近郊都市に定常的職場をもつ兼業農家である。1戸当たりの経営面積は平均的には1.3haであるが、個人間の作業受託や農地の借り入れ等により4ha程度の規模の農家もいる。

現況は図一4に示すように地区西側の県営幹線用水路から取水し、用排兼用水路から各耕地に灌漑しており、整備計画では、区画規模は現況の道路を活かし27m×

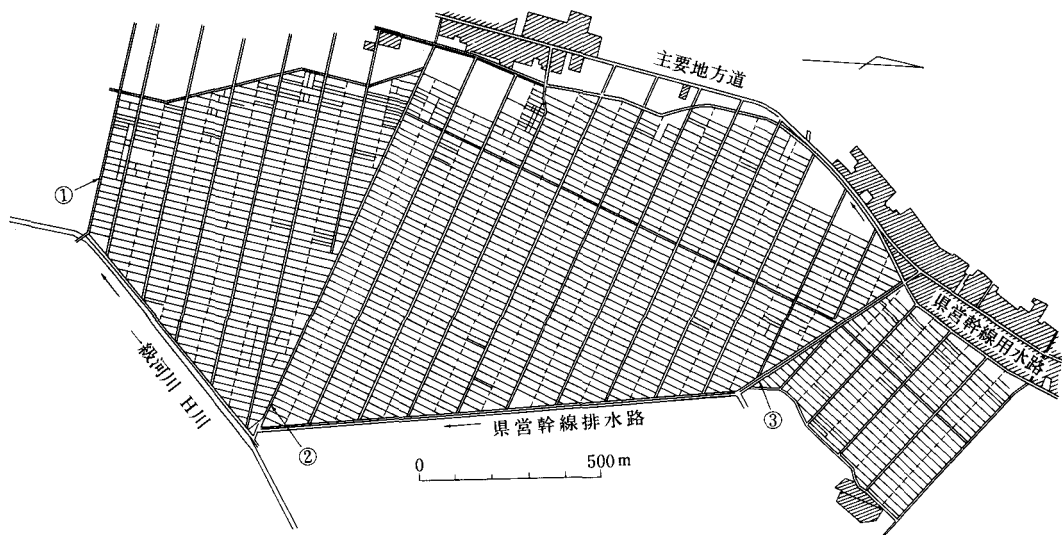


図-4 現況平面図

110mの30aの区画とし、道路幅員は現況3mを5mに拡幅し、用排分離を行っている。用水は地区を二つの用水掛りとし、それぞれ県営幹線用水路から取水しパイプラインで地区内に配水し、排水改良のため暗渠施工する計画になっている。

図-6は、今回提案した新しい水田耕地組織を適用したものである。(図-5)

本地区の地形に最も効果的になるよう提案型を適用する場合、農区長辺方向を南北に走る県営幹線排水路に合わせ三角田をできるだけ減らす方が望ましい。

しかしながらすでに10aで整備されていること、傾斜方向を変えることは土工量の増大を招くこと、三角田に小区画を望む農家をまとめることを考え、現況の農道方向に合わせて農区を設定した。

従来型による計画と提案型による耕地組織を工事費、潰れ地及び社会的条件の面から比較すると、短辺長を150mとする圃区均平を行ったことから提案型の整地土工費は従来型に比べ割高となるが、道水路密度が25%少なくなるため総工事費でみると従来型より安くなる。又、畦畔の潰れ地を無視して考えると、道水路及び田差による潰れ地は従来型の7.3%に対して提案型は5.4%と減少する。

一方、適用地区の営農形態の推移を1970年(昭和45年)と1975年(昭和50年)についてみると、第一種兼業農家が減少し、専業農家と第二種兼業農家が増加し、また経営面積が3.0ha以上の農家が110%伸びる等分極化が進んでいる。これは先に述べたように作業の受委託等による土地の利用権の集積が農家間で進んでいるため、計画

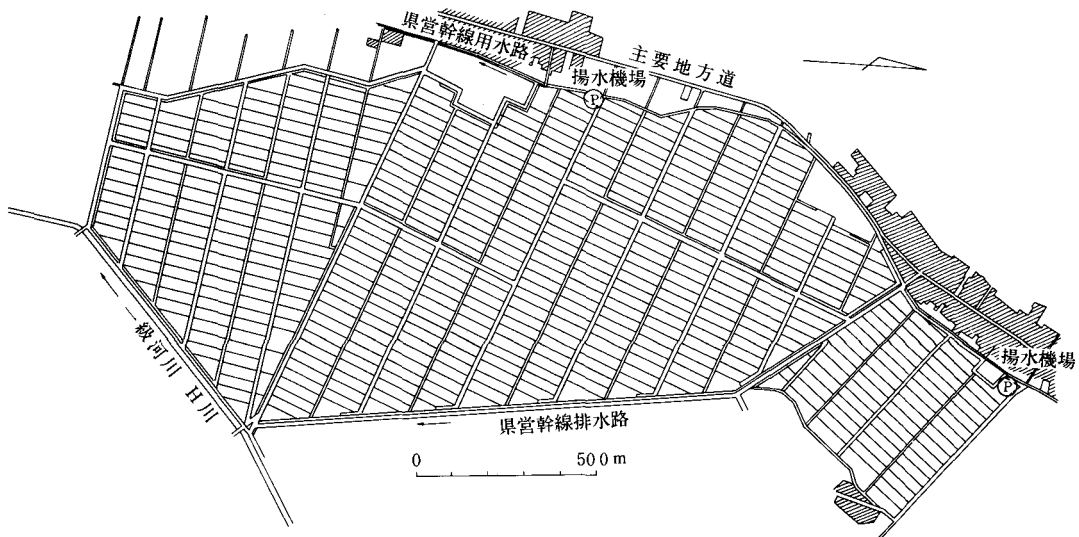


図-5 計画平面図(従来型)

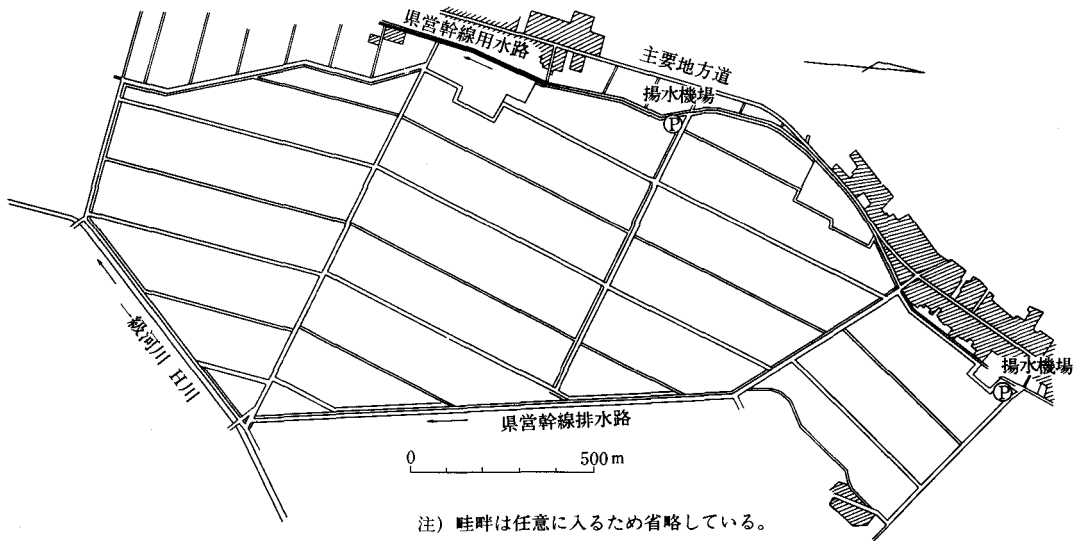


図-6 計画平面図(提案型)

においても事前換地により、受委託者の耕地が隣り合うよう配慮されている。

今後世代交替、若年層の農家意識の変化によって、現在の個別相対型請負から組織的請負等へ更に進むことが聴き取り調査にも現れており、これらに対応できる耕地組織が望まれている。

以上のように、今回提案した平行型圃区、均平農区で構成される耕地組織は工事費が安く、潰れ地も少なく、農家の分極化に対応した区画の構成ができるものとして、現実を受け入れられるものと考ええる。

6. おわりに

本報は新しい耕地組織についての一連の研究の結びである。すでに報告してきたように、まず、水田における土地生産性及び労働生産性を長期にわたり規定する水田の耕地組織、特にその重要な要素である水田区画規模の歴史的考察を行い、時代々の水田区画規模の決定要因を明らかにし、水田区画規模を決定する際に従来から考慮すべきとされてきた要因を整理しそれらの現状と動向について考察し、水田区画規模の今日的課題と今後求められる水田区画規模についての動向を明らかにした²⁾。

次に、区画の整備は関係農家の合意の形成を前提として実施されることから、関係農家の意向が区画規模を決定する際の重要な要因であるため、既に整備された水田を所有する農家の水田区画規模についての評価を全国的に調査・分析し、水田区画規模を規定する要因を把握した。その結果、現在の整備された大部分の農家が現在の区画規模を「適当」としており、水田の最も標準的な区画規模である30a区画は、現在の我が国の均一的な自作農の中小機械化作業体系を前提とした場合適当なものであることは明らかになった。しかし、少数であるが区画

規模を不適當と評価する農家があり、この不適當なる要因の分析により、各農家の営農形態がそれぞれ要望する区画規模を規定していることが判明した³⁾。

今後の農業と農村の動向をみると、我が国の食糧生産の大宗を担う専業農家と農村集落の構成員である兼業農家に更に分極化することが見込まれることから、今後の水田区画規模の決定について求められるものは、①大区画化、②多様な区画の共存の二点に集約できる。この両者を満足する区画規模の基本的な考え方として、多様な農家を満足させる区画規模をもつことが可能な新しい水田耕地組織を提案した。

現在、我が国水田農業の中心となる平坦でまとまりのある水田約170万haのうち20a区画未満又は未整備のものは100万haもあり、これらの耕地組織の整備は、今後の農業の展開に大きな意味をもつことは言うまでもない。また一方、本稿においては、十分な検討が行えなかったが、中山間地帯の整備も現在の重要な課題であり、これらを含めて我が国の水田について激しく変動する農業情勢のなかで、多様化する農家の合意を形成し、整備を進める仕組みについて今後さらに検討することが要請されている。

参考文献

- 1) 国土庁計画調整局編「四全総長期展望作業中間とりまとめ日本21世紀への展望—国土空間の新しい未来像を求めて—」(大蔵省印刷局)P109(1984)
- 2) 須藤良太郎「水田の耕地組織の変遷と展望」水と土第60号、P1~12(1985)
- 3) 須藤良太郎、「圃場整備済水田の区画形状に対する農家の意識について」水と土第61号、P2~8(1985)
- 4) 農林省「土地改良事業計画設計基準は場整備(水田)」(1977)

湯川排水機場のリバーズ工法による 杭施工について

家 合 庸 倫*

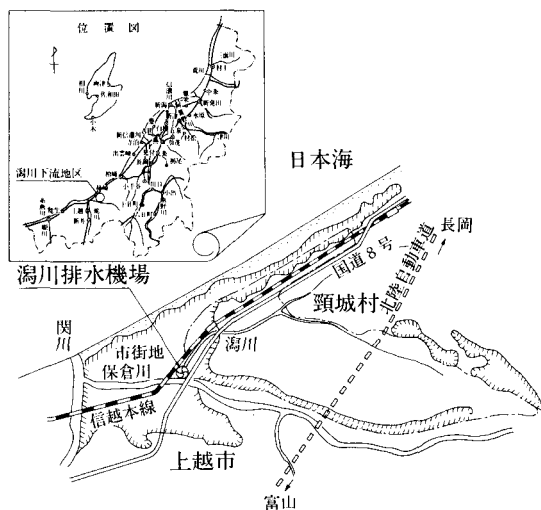
目 次	次
1. 事業計画の概要	9
2. 工法選定	9
3. 施工内容	10
4. 施工, 品質, 工程管理	12
5. リバーズ工法の問題点	14
6. おわりに	14

1 事業計画の概要

本事業は湛水防除事業湯川下流地区として実施しているものである。

地区は新潟県上越市北西部及び中頸城郡頸城村西部にまたがるもので、流域面積866ha受益面積331haである。受益面積中、田64%、市街地16%でその他20%である。上越市街地に接し、国道が通過しているため昭和40年頃より急速に工場、住宅団地が進出し、地区内の流出率が次第に増加してきた。又、工場、消雪用の地下水利用により地盤沈下が進み、最近15ヶ年間で最大30cm程度の沈下を生じた所もある。計画区域は従来より排水状況は良くなかったが、農業以外の外的要因により湛水被害が増大している現状である。

地域の排水は1級河川関川水系保倉川の支流湯川を通じて排水され、保倉川に連絡している。保倉川は関川河



図—1 湯川下流地区概要平面図

*新潟県上越農地事務所

口附近で合流することから潮位、関川水位の影響をうけ下流部では流下能力がよくない状況である。従って、湯川は自然排水能力だけで湛水の解消をはかることができず、排水機の設置によって地区内の被害をなくそうとするものである。湯川排水機場の計画排水量は $8.10 \text{ m}^3/\text{sec}$ 、排水機は横軸斜流 $\phi 1,500 \text{ mm} \times 225 \text{ kw} \times 1$ 台、 $\phi 1,200 \text{ mm} \times 140 \text{ kw} \times 1$ 台、実揚程3.25mである。

2 工法選定

1. 地形及び地質条件

地域は高田平野の北部にあたり、日本海に面する前面には砂丘がみられる。この内側は、関川、保倉川などの氾濫原性低地であり、低平な水田地帯となっている所である。そして、施工位置は保倉川蛇行部分を埋立てて堤防を築立した堤内地である。

地質調査の結果、一帯は軟弱層が厚く分布しており、N値30以上の良好な地層はほとんどみられず、深度60m附近でようやく砂層の支持層に達した。中間部は幾層かの砂質土をはさむが、N値が小さく層厚も乏しい。地下水位は河川に近いことから河川水位に影響されると思われるが、調査時点では地表より-5.00mであった。深度46m附近ではガスが検知されたが、地下水の大きい流れはみられず地表面まで噴出するような被圧地下水はなかった。

2. 施工及び環境条件

本施工地は、保倉川に沿って密集している住宅、工場地に接近した現場である。基礎構造物から住宅までは道路をはさんで20m程度であり、基礎施工にとまらざる騒音、振動の影響を最少限度にする必要がある。

施工深度は地質調査結果より、摩擦杭を用いたとしても30mをこえ、杭断面もかなり大きくなると予想される。

3. 工法検討

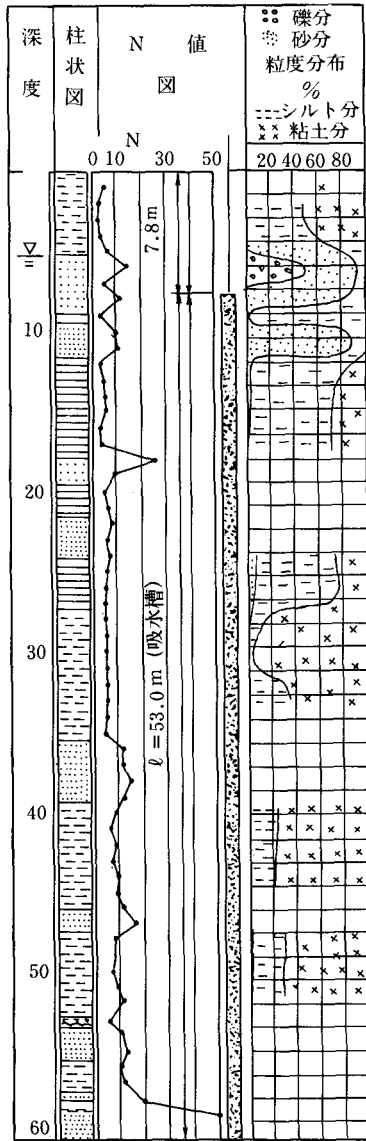


図-2 地質柱状図

構造物（排水機場）の許容最大沈下量は、土地改良事業計画設計基準により、10cmとした。このため、軟弱地盤層が堆積している地層から判断すると、直接基礎形式及びケーソン工法では不適当である。

本計画では、周辺に工場、住宅が密集していることから、騒音、振動の最も少ない場所打ち杭としてリバース工法を採用した。

3 施工内容

1. 基礎工の概要

リバース工法による杭施工本数は30本である。呑口水路部5本、吸水槽12本、上屋基礎8本、調圧水槽5本であり、径1,000mm長さ53m~58.7mである。

杭の許容軸方向支持力は吸水槽において最大であり、220tである。鉄筋はSD30を使用し、軸方向上端部D32、22本下端部12本、帯筋D13ピッチ15cmとした。

又、継手長さは道路橋示方書により40D=1,280mmとした。コンクリートは許容応力度300kg/cm²を使用し、設計基準強度は300kg/cm²の80%、240kg/cm²を道路橋示方書により採用した。

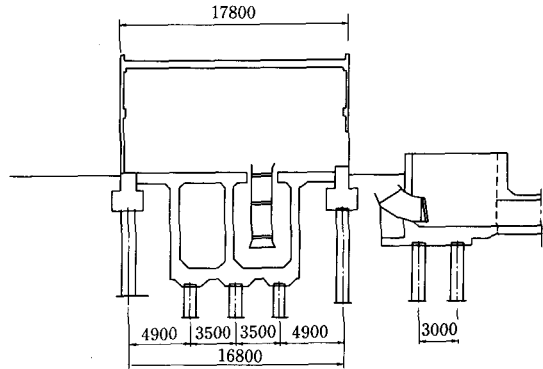


図-3 瀧川排水機場断面図

2. 使用機種

本工事で使用した機器及び設備は表-1に示す。

スタンドパイプの打込みは、環境条件を考慮して油圧ジャッキを使用した。

泥水管理は、崩壊防止のため重要なものである。本工事で、掘削時間が長時間になり、さらに住宅地が近いこともあって夜間作業は原則として禁止している。このため、作業中はもちろん夜間の泥水管理が必要となり自動給水装置の取付けをした。

3. 施工順序

基本的な施工順序は、図-4のとおりであるが、細部について説明を加えたい。

① バイプロハンス、又は油圧ジャッキを用いてスタンドパイプを打ちこむ。パイプの打ちこみ方向の正確さが後の掘削方向に影響を与えるので、油圧ジャッキを用いた方がよい。合せて、無振動で施工できる。スタンドパイプの長さは地下水位より2m以上高い孔内水位が確保できること、さらに地下水の変動、地表附近の地盤の性質を配慮することも重要である。

②③ スタンドパイプ建込み後、クラブハンマーにて掘削する。掘削深さはドリルパイプ及びビット据付可能深さまでとし、地下水位の確認をする。

ロータリテーブル、ビット、クレーパ等の掘削設備、泥水循環設備の設置を行ない掘削をはじめめる。

④ ロットをつぎ足しながら支持層まで逆循環方式により掘削する。掘削土は泥水として沈殿水槽にためられるが、土質状況の確認はロッド毎に沈殿槽から採取すればよい。掘削中は泥水位の保持、比重の管理をおこなう。

表-1 機械設備

機器名称	性能・形状・寸法	数量	重量
リバース掘削機 (S320)	掘削径, 一般土質 0.6m~3.2m 硬質土 0.6 ~1.6 掘削深 ポンプサクシオン式 70m 原動機出力 75kw サクシオンポンプ $\phi 200\text{mm}$ バキュームポンプ 風量 $3.5\text{m}^3/\text{分}$ 油圧ポンプ 吐出圧 $235\text{kg}/\text{cm}^2$ ロータリーテーブル スィベルジョイント $\phi 200\text{mm}$ ケリーバー // ドリルパイプ // サクシオン・デリバリーホース //	1	10.43 t
クローラクレーン	50 t 主クレーン	1台	45.3 t
クレーン	40 t 補助 //	1	37.0 t
クラム シェル	30 t 土砂積込用	1	30.3 t
トレミーパイプ	$\phi 250\text{mm} \times 6\text{m}$ コンクリート打設	11本	0.36t/本
パイプ	$\phi 250\text{mm}$ 3m, 2m, 1m	各1本	
油圧ジャッキ	圧入力 100 t 引抜力 360 t	1台	9.35 t
ハンマーグラブ		1 //	1.7 t
スタンドパイプ	$\phi 1200\text{mm}$ $l = 6.0\text{m}$	2本	2.65t/本
水中ポンプ	4~8インチ	6台	
貯泥水槽	24m^3	5	4.2t/ケ
ダンプトラック	11 t	1台	
発電機	175KVA, 73KVA	各1台	4.5 t 2.55 t
コンプレッサー	$5.0\text{m}^3/\text{分}$ スライム処理	1	1.4 t
電気溶接機	10~14kw	2	0.3 t
泥水処理機		1	16.0 t

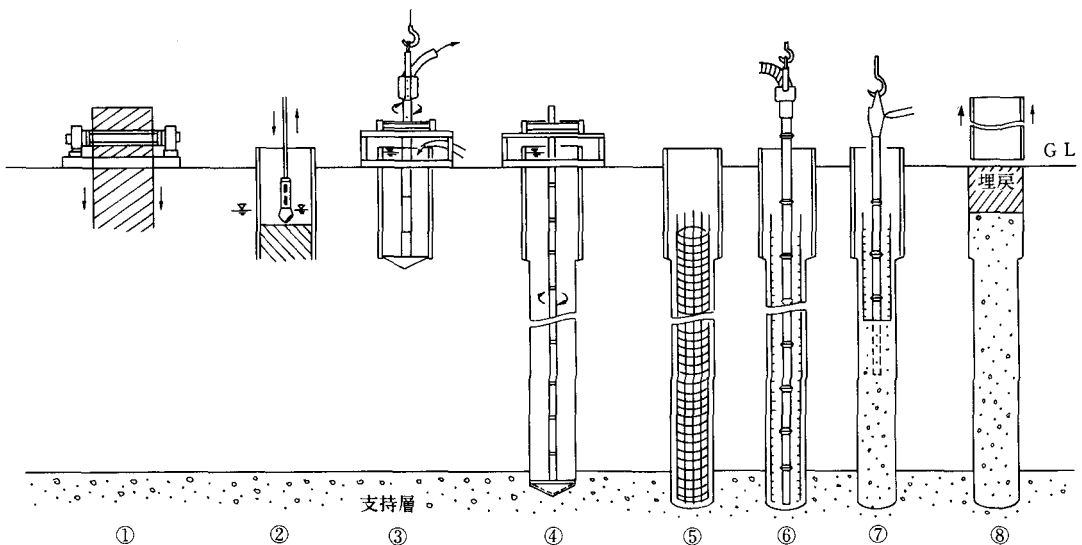


図-4 施工順序

比重設定は土質によって判断すべきであるが、本工事では砂質土部分があったので比重は1.06前後で施工した。掘削完了後、スライム処理をおこなうべきである。なお本現場では一夜、掘削完了後の状態にしておくので、鉄筋建て込み前に再度スライム処理をした。又掘削孔の鉛直性断面確認は超音波による側壁測定器により確認した。

⑤ 鉄筋カゴの建て込みは、孔壁にふれないよう慎重におこない、継手部分も脱落のないよう重ね継手部分だけでなく、上下の帯鉄筋も鉄線で結束した方がよい。

本工事で施工した鉄筋カゴは $l=10m$ 程度にして、6本を使用した。1本当り重量は約3.5tであった。鉄筋の組み立て加工場は、運搬時の変形や破損を防ぐため現場内がよいと思う。頭部加工用の鉄筋は、後にはつりが必要なので、あらかじめビニール製のカバーをつけ、つりを容易にした。

⑥⑦ コンクリート打設用トレミー管をつぎ足しながら建て込み、最後のスライム処理をおこなう。コンクリート打設前に管内にブランジャ（プラスチックで風呂桶形）を入れ、コンクリートと泥水が直接接しないようにする。トレミー管は常にコンクリート中に2m以上入った状態にしておくこと。コンクリート打設高さの測定とトレミー管の長さを確認することが重要である。コ

ンクリート打設高さ及びその量の確認は掘削孔の状態を知るうえでも大切であり、一般的には孔底附近では孔断面より多めの量が必要である。本現場でもそういう傾向であった。コンクリートの余盛は、本工事では1mで施工したが、スタンドパイプ引き抜きにより下がることを考慮した方がよい。

⑧ コンクリート打設後、コンクリート面の高さを測定し、スタンドパイプをぬくこと。パイプはコンクリート打設後、あまり時間が経過するとコンクリートに付着するので注意のこと。掘削孔は完了後、埋戻しをおこない落下防止をすること。

4. 機械及び設備の配置

本工事の配置は図-5によるが、施工現場がせまいのでクレーン等の移動を考慮した設備配置とした。残土処理は、水分を多量に含んでいるため一時置きしてから搬出した方がよいが、せまいため困難であった。

4 施工、品質、工程管理

場所打ち杭は、品質管理がゆきとどいた既製杭に対して、そのほとんどが現場の管理にまかされている。

現場での施工が難しく、十分注意して施工が行われないとできあがった製品が不良なものになる。さらに、品質の確認がなかなかできにくい面があり、このことが後

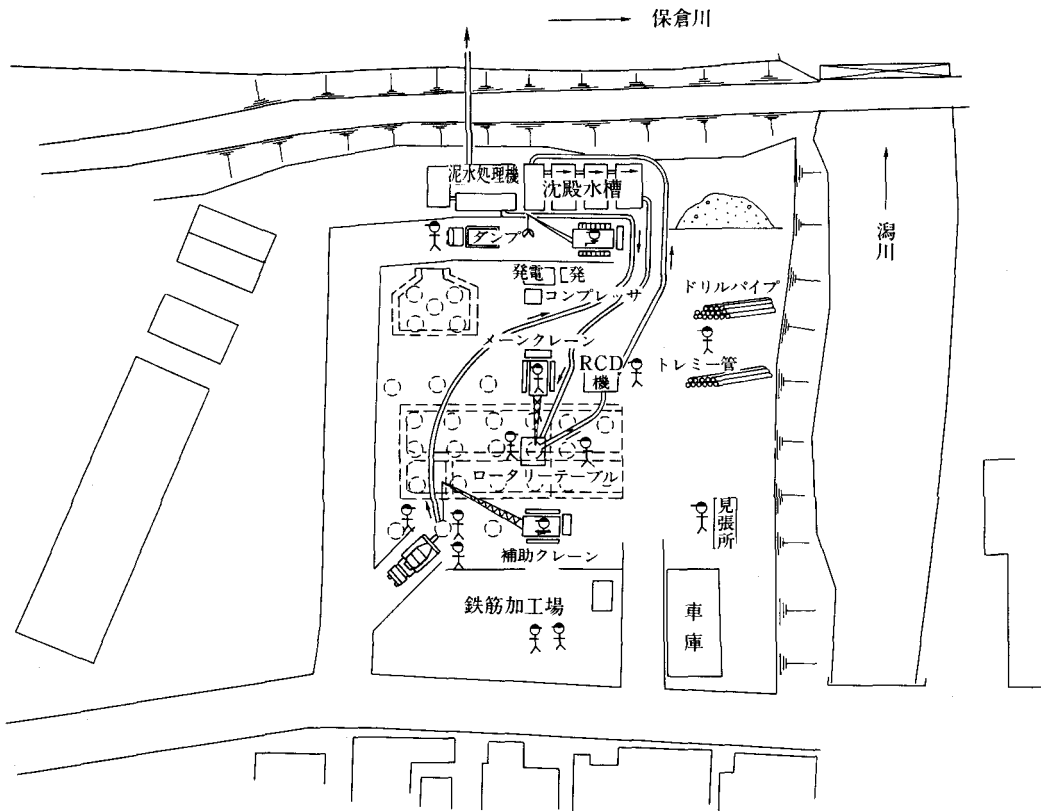


図-5 作業図

の上部構造物に悪影響を与える可能性がある。

本工事において実施した主要な管理項目等について、表-2に示した。しかし、施工現場においては、作業時のこまかな点にも十分注意する必要がある。鉄筋カゴ建て込み時に側壁に接触しないようにすることは、施工者の細心の配慮を必要とします。

表中には記入していないが、硬化後のコンクリート強度の確認も必要である。側面からのコア採取はできないので、天端中心部のコア採取を予定している。本工事における管理記録によると、準備時間等をのぞいた純掘削時間は平均4.18分/mであった。崩壊もほとんどみられず、コンクリート割増率は平均11.4%程度であった。掘削速度が掘削孔の崩壊に及ぼす関係を見るため、孔断面つまりコンクリート打設量との相関を図-6に示した。

このグラフからは、作業条件の違いからか、ばらつきが見られ、顕著な特徴はみられないし全体的に、コンク

リート割増率の多いものには掘削進度が遅いものは少なく、結果として、掘削速度が大きければコンクリート割

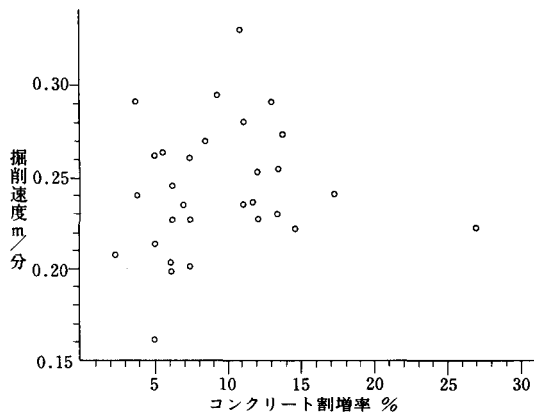


図-6

表-2 主要施工管理項目

作 業	確 認 項 目	確 認 方 法	目 的
掘 削 前	スタンドパイプ径、長 スタンドパイプ位置 " 鉛直性 ロータリーテーブルの水平	検 測 " " 掘削方向に対する水平検測	杭径より大きいか 地質、地下水位に対して安全か 杭中心位置 掘削孔の鉛直性 "
掘 削 中	地 下 水 位 孔 内 泥 水 位 孔 内 泥 水 比 重 土 質 性 状 掘 削 速 度	検 測 " 測定器による ロッド毎の沈殿槽からの採取 ロッド毎の測定による 掘削機械の監視	孔内水位の決定 水頭保持による崩壊防止 崩壊防止と掘削速度 柱状図との比較 支持層の確認、礫等の確認 崩壊防止 異物混入の有無
掘 削 後	掘 削 深 さ 掘削断面、鉛直性	おもりをつけた巻尺等による。 この時にスライム堆積量の確認 超音波側壁測定器	支持層確認 孔底処理不良による支持力の低下
鉄 筋 加 工 建 込 み	鉄筋材質・形状・継手 鉄筋建込み標高 鉄筋カゴとスタンドパイプ位置	示方書等による	カブリ、離脱防止 カブリ、鉛直性
コンク リート 打設前・中	コンクリート品質 コンクリート打設量 " 打設高 トレミー管長	示方書及びテストピース等 ミキサ車等による おもりをつけた巻尺等による 検測	孔断面形状 トレミー管先端のコンクリート中への埋込み長 "
コンク リート 打設後・ 硬化後	コンクリート天端高 杭 位 置 杭 径 杭 頭 標 高	おもりをつけた巻尺等による	杭長・杭標高 杭頭整正

増率が大きくなるという傾向にあるといえる。ちなみに、コンクリート打設時間は打設開始から終了までの平均速度は1.64分/mほどであった。

5 リバース工法の問題点

リバース工法の長所を利用し、本工事ではこれを採用した。低騒音、低振動で施工することができ、環境条件に適した工法といえる。しかし、施工にあたっては、施工者の技術力と経験にたよることが多く、施工管理のむづかしい工法である。

掘削孔は鉛直性を確保することが、なかなかできにくく、超音波側壁測定器も精度があまり高くない。スライムの処理は、ある程度除去できるとしても、不完全な処理とならざるを得ない。これらのことは、直接杭の品質や支持力の低下をもたらすものである。また、完成した姿を確認できないので不安もあり、できあがりの検査もむづかしい面がある。

支持力については、工法の性質から杭先端及び周辺地盤がゆるむことが考えられる。土質工学会の工法の違いによる比較試験結果によれば、先端支持力では、打込み杭は、支持地盤を締固める効果があり、極限支持力により杭の支持力を判断できるが、中掘りによる埋込み杭では沈下量が大きく、なかなかおさまらない傾向がある。

周面摩擦力では、打ち込み杭に比べて小さいと考えられるが、中掘りによる埋込み杭と場所打ち杭の比較では、

約40%場所打ち杭の方が大きい周面摩擦力がでている。

この差については、杭の凹凸が多く、地盤と杭が密着していることから大きな周面摩擦力が働くと判断できる。場所打ち杭は、杭頭荷重では打ち込み杭と同様な沈下傾向を示し、杭先端荷重からみると埋込み杭と同様な沈下傾向を示す等のがいわれている。

現場では、これからの特性を配慮したうえで、十分な施工管理をする必要がある。

6 おわりに

市街地での基礎工事として、リバース工法を採用し、その報告をしてきたが、基礎工法は先ずそれぞれがもつ長所短所を充分認識してその選定にあたることが、重要であり、その工法のひとつであるリバース工法についてもその長所をいかし、短所を少なくし、基礎工として有効なものとするように施工にあたるものとして考えていかなければならない。それにはまず施工管理の確実さと、できあがった製品の良不良の判定を容易にすることが必要であると考ええる。

参考文献

- 1) 農林水産省構造改善局：土地改良事業計画設計基準ポンプ場
- 2) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説（共通編，下部構造編）
- 3) 土質工学会：杭基礎の調査・設計から施工まで

マルチプルアーチダム（多拱扶壁型堰堤） とその改修について

—香川県豊稔池ダムから—

泉 川 利 雄*

目 次

1. はじめに……………	15	(2) ダムの構造……………	16
2. 豊稔池築造の沿革……………	15	(3) ダムの施工……………	17
3. 事業計画の概要……………	16	5. 現ダムの老朽状況……………	18
4. マルチプルアーチダムの設計施工……………	16	6. ダムの改修補強の考え方……………	19
(1) ダムの規模……………	16	7. あとがき……………	20

1. はじめに

戦前に築造された農業用ダムはその殆どが土堰堤であるが、このようななかにあつて、大正末期から昭和初期にかけて、わが国にもようやく重力式コンクリートダムが台頭し始めた頃、香川県三豊郡大野原町内の杵田川溪谷を堰止め農業用ダムとして、マルチプルアーチダム（多拱扶壁型堰堤）が築造された。写真や図のように、このダムは全国的にも珍しいタイプのダムであるので、見学されたり、文献に接した方々も多いと思われるが、ダム下流面からの眺めは、古城を偲ぼせる風情があり、ため池県といわれる本県にとつても特異な存在で、かの有名な満濃池と並んで、つとに有名なため池である。そして、またこのダムの設計や施工の指導に当たった人が、我々農業土木界の先輩である農林技師（当時）の杉浦翠氏であり、工事は県の直営として地元労力を駆使して行われ、昭和5年3月に完成したものである。以来55年が経過しており戦後に1部グラウト工事により補強したこともあるが、現在、漏水やクラックの発生等、老朽現象が著るしく認められるようになった。このため昭和59年～60年にわたり調査を行った結果、改修補強の必要性が認められ、昭和61年度より国の補助事業として着手することとなったので、この機会にダムの概要と改修補強の考え方について報告する。

2. 豊稔池築造の沿革

大野原地域は、地味肥沃な土地でありながら、用水源

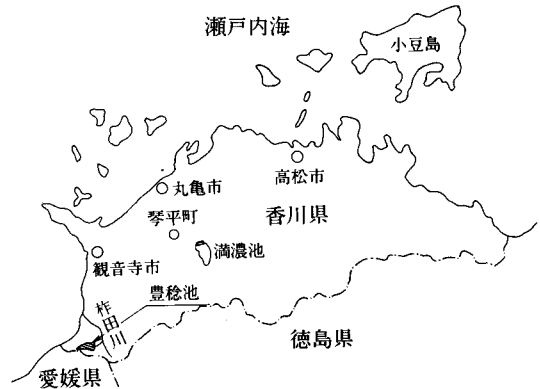


図-1 所在地

に恵まれなかったため、古くは耕す人も住む人もない原野のまま放置されていたが、江戸時代初期(1643年)に、近江の豪商、平田与一左衛門が時の丸亀藩主に願ひ出て、許可をうけて開田が始められたと伝えられている。これと並行して、井関池、千歳池、袂池……………等13ヶ所の大小のため池が順次築造されたにもかかわらず、水源に比べて開田が大巾に拡大したため、圃地内に沢山の浅井戸（現存）を掘り、反復利用水で補水につとめていたが、数年に1度の割合いで襲ってくる干ばつ被害に耐えかねていた。このような状況の中で明治時代に入り、ため池新築の話が持ち上つたこともあるが、その機が熟せずそのままとなつていたところへ大正9年と13年の大干ばつに遭遇し大被害を被つたことから、農民（当時は地主）達が再三協議を重ねた結果、抜本的対策として、杵田川上流（田野々地内）にため池を新設することに決し、大

*（前）香川県三豊土地改良事務所
（現）香川県中部土地改良事務所

閑耕地整理組合を設立して、県営用排水改良事業（当時の制度）として国および県に申請された。国、県では直ちに繰り上げ調査設計を実施し大正15年3月に着工された。当初は重力式コンクリートダム（表面石張）として設計されたが、着工後の地盤掘削の結果、岩盤が砂岩頁岩の互層で割れ目が多くて脆弱性であることから、未熟な当時の基礎処理技術では、全面に重量物を設置することは危険性があること、さらに当時は昭和経済恐慌の真直中であり、経費節減ということもあって、急拠設計変更が行われ、6基の扶壁（重力式）により、薄厚のアーチダムを設けて外力を支持するという、技術力の低い当時としては、画期的ともいえる、マルチプルアーチダムに設計変更して施工され、約4ヶ年の才月をかけて、昭和5年3月に完成したものである。この事業の名称は「香川県三豊郡大野原村外4ヶ町村、用排水改良事業」であり、大野原村の外、周辺の五郷村、荻原村、柞田村、豊浜町の4町村の水田の一部を加え、水田618.8haの補給水源として計画されたものである。

3. 事業計画の概要

事業計画によれば、受益面積618.8ha、総必要水量2,824,863 m^3 （当時尺貫法のためメートル法換算値）既設



写真一 堤体下流面



写真一 洪水越流状況

水源利用水量1,396,029 m^3 差引不足水量1,428,834 m^3 要補給水量1,592,782 m^3 （265,000立坪：ため池貯水容量）である。なお、総事業費（当時決算額）519,800円（うち国庫補助金241,203円56銭）、工期は大正15年3月～昭和5年3月であった。

4. マルチプルアーチダムの設計施工

(1) ダムの規模（換算略値（ ）は設計値：尺貫法）

型式：マルチプルアーチダム

貯水量：1,593,000 m^3 （265,000立坪）

堤長：145m（480尺）

堤高：30m（98尺）

最大水深：25m（82尺）

満水面積：16ha（48,000坪）

集水面積：1,000ha（1,000町步）

洪水量：77 m^3/s （2,780立方尺/s）

洪水吐：越流部 巾45m（149尺）水深0.76m（2.5尺）排水量46 m^3/s

サイホン部5孔、1孔当口径高0.85m

（2.8尺）巾1.81m（6尺）排水量31 m^3/s

土砂吐：1ヶ所、高1.20m（4尺）巾0.9m（3尺）

取水樋管：3孔、 ϕ 0.6m（24吋）1孔 ϕ 0.55m（22吋）2孔

(2) ダムの構造

① ダムの全体像

このダムは、堤長145mの中央部（ミオ筋中心に）付近に、6基の重力型の扶壁（以下バットレスという）を設置し、5径間は円弧完全アーチ型、両端部は欠円アーチ型で、夫々兩岸地山に接合するとともに地山取付部分に設置する上流間知石積擁壁を遮水壁とする盛土式ダムに接合する複合ダムの型態が採用されている。

完全アーチ部4径間45m（バットレス部の一部を含む）は越流水深0.76mの堤頂越流式洪水吐となっており46 m^3/s の放水能力（60%）を有する。5基のバットレスの夫々中心には呑口径、高0.85m巾1.86mの矩形断面のサイホン型洪水吐を設け、その放水能力には31 m^3/s （40%）を与えており、計画洪水量77 m^3/s はすべて人工操作することなく自然流下方式として、管理の無人化をはかっている。ダム下流直下には副ダムによる減勢工を、サイホン洪水吐からの放水落下点付近には水槽式の減勢工を設けている。

② ダム各部の構造

バットレスは、それ自体にかかる外力と両側アーチダムからくる外力に対して重力式壁体として安定性を保つように考えられている。アーチとの接合部はアーチ横断面に対して直角方向にバットレスが受圧する考え方にな

っており、施工はアーチ部と交互に一体的に行われたようである。(後記)重力体としての断面は上流側、下流側とも1:0.4694(水平に対する傾斜角度 $25^{\circ}-8'-40''$)とした二等辺三角形の基本形をもとにして、これにサイホン洪水吐の設置と併せて堤体重量の増大のため下流側頂部を増巾修正して鉛直部とし、なお上流側頂部にも一部鉛直部を設けたものとなっており、結果として台形断面に近い形状となっている。壁厚は4.80m(16尺)として一基のバットレスが形成されており、壁体は粗石入モルタル造りであるが外面は間知石積で覆われている。

アーチ部は、径間9.70m(32尺)で背面は半径R=6.50m(21.786尺)の円弧形とし、壁厚は堤頂部から下方に向かって増厚し、夫々上部から1.81m(6尺)2.12m(7尺)2.42m(8尺)の3種類となっているが、上流側は一定勾配(1:0.4694)の円弧として増厚部分は下流側(背面)で行うという構造のため、背面の逆傾斜部の施工は困難を極めたようである。アーチ壁体も粗石モルタル造りであるが上流面は間知石積とし、下流側は逆勾配、壁厚の変化等もあり寸法の正確なコンクリートブロックを使用して施工の困難性がある程度克服している。

洪水吐のうち越流部については基盤での減勢を考えればそれ程の問題はないが、バットレスに設けたサイホン洪水吐(5箇所)はサイホン現象発生上、流入口から吐水口に至る間の断面形状は漸減漸増させた綿密な設計となっているがこれも施工上の苦労は大変であったようで

ある。なお、サイホンの流入口の高さは満水面下1.52m(5尺)、水頭は7.57m(25尺)となっている。

取水樋管は、上中下の3箇所として温水取水につとめることとし、最上部はバットレス部に設置し、上流側の制水バルブにより、また中、下2箇所はアーチ部に設置して下流面の制水バルブにより夫々操作することとしている。

なお最深部には土砂吐を設けて土砂の排除をはかることとしている。

(3) ダムの施工

築堤材料のうち、粗石、間知石は現場付近の山腹から切り出した砂岩から所定の大きさに製品化したものが、モルタル用の砂は現場に良質のものがなく(粗粒)約10km離れた瀬戸内海の海岸砂を採集し、荷馬車により運搬した。

間知石は、高さを30cm(1尺)に統一し、巾は30~60cm控長40~60cmの三角錘のものとして、夫々の使用ヶ所に応じた寸法のものを使用し、粗石は切石した岩石から1個当り55~75kg(15~20貫)に選別採集した。

粗石モルタルの配合比は6:4(容積比)とし、粗石モルタルの設計比重は2.15を採用しているが、施工時には、ともすれば5:5になりやすくなり、堤体重量が不足しがちになるため、工事前に約1m³の水槽中に詰め込む実験と訓練を行い設計比重が確保されるようつとめた。

モルタルの配合比は1:3(容積比)で珪藻土をセメントの10%混入したものとし、モルタルの練りまぜは

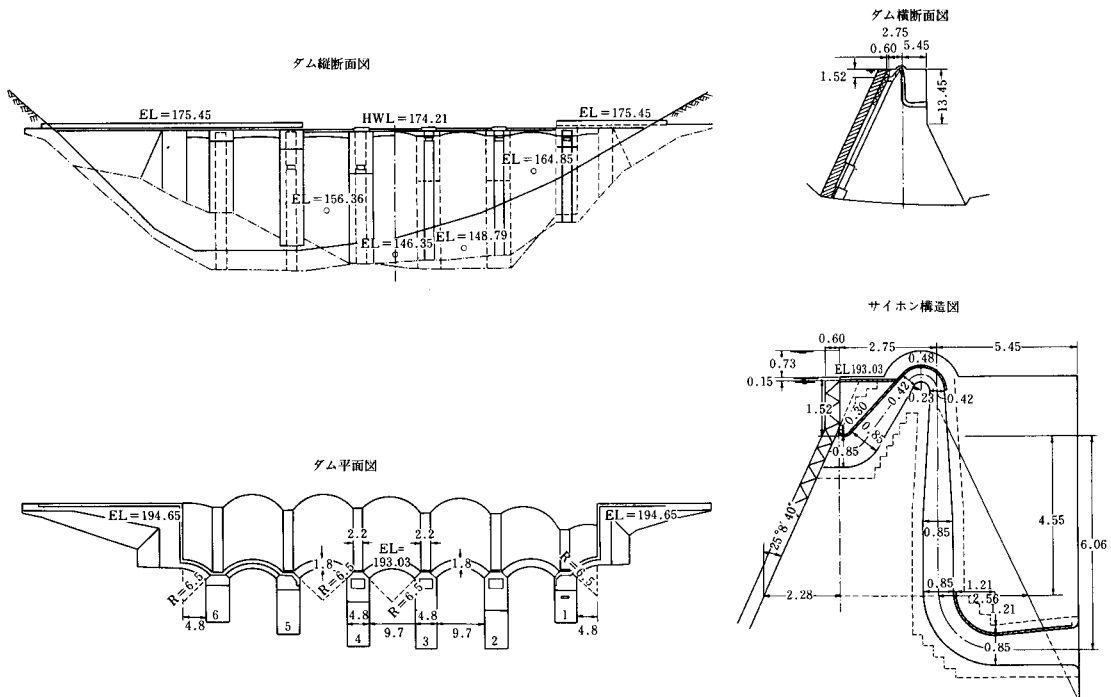


図-2 ダムの構造

7.5切ミキサー（7馬力エンジン）を使用した。生モルタルの運搬は樽を輪切りした容器を使用し担い棒による人力小運搬で行った。

打設方法は、先づ外側の間知石積を行い、次に中詰の粗石モルタルの打込みを行う、という方法を交互に繰返しながら築造していった。またアーチ部とバットレス部は4～5日ごとに交互に行い、両壁が同時築造されるようにした。なおアーチ壁の下流面は逆勾配アーチで間知石積の施工が困難なことから、コンクリートブロックを現場で製造して使用した。このコンクリートの配合比は1：2：4（セメント：砂：砕石……容積比）で、ブロックの1個の寸法は、高0.3×巾0.3m（1尺×1尺）控長は底辺0.4m（1.3尺）上辺0.54（1.77尺）の逆台型とし、下流が所定勾配になるよう突き出ししながら順次積み上げた。その他目地モルタルはセメント量を30%ふやした富配合のものとした。

県直営工事としての現場での作業組織は、ミキサー組、粗石組、間知石組、築堤組の4組制とし、各組に正副組長を指名して統制と責任を負わせ、連絡や日々の出来型、労務資材の使用量の確認、記録を行わせた。

この工事に要した延労働者数は、人夫134,800人、特殊人夫（石工、鍛冶工、大工、坑夫）16,000人であり、材料はセメント80,958袋、珪藻土4,150袋、砂8,751 m^3 と記録されており、堤体容積は22,124 m^3 となっている。

5. 現ダムの老朽状況

前述したように、現ダムは当時としては高度の技術により慎重に施工された様子がかがえるが、昭和5年3月に完成以来、およそ55年が経過しており、その間、グラウト等により部分的補修は何回か実施してきたのであ

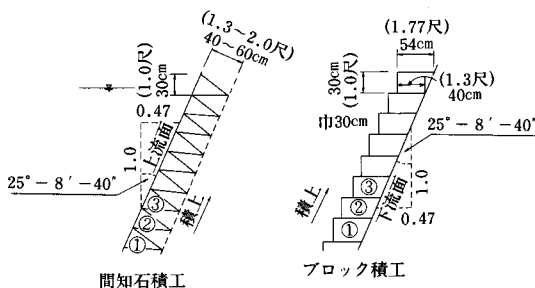


図-3 堤体外面積上要領

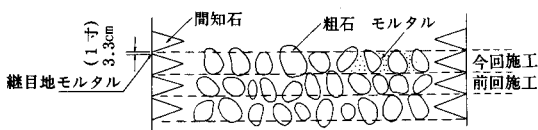


図-4 粗石モルタル打設要領

るが、基礎地盤から大量の漏水がみられ、またアーチ部とバットレスの接合部を中心に堤体の各部から漏水もみられる。また壁体にクラックが発生したり、外面の間知石やブロックの目地の剝離も顕著で外観上からも老朽の徴候が認められるようになり、土地改良区から調査の要請がでていた。調査は昭和59～60年度の2ヶ年継続して実施したが、内容はダム全般にわたって見直しを行うという前提で、測量による現形の把握（メートル法による形状測定）・漏水調査（基礎、堤体）・地質調査・堤体の欠損状況・堤体材料の品質・堤体の安定性等のほか洪水吐能力の再検討等、各般について調査を行った。

これらの調査結果は膨大な資料となったが、以下その要点について列挙する。

① 漏水量は、堤体から11.7 l/s 基礎地盤から65 l/s の計76.7 l/s （6,627 m^3 /日）で、ダム貯水量（1,593,000 m^3 ）の0.4%にあたる。

② 基礎の地質は、砂岩と頁岩の互層である。現在のところ強度的には比較的良好と認められるが岩盤内に割れ目が多く、これに沿って浸透水が流下しているものとみられる。現場透水試験の結果は、 $3.89 \times 10^{-5} \sim 3.85 \times 10^{-4} cm/s$ の範囲にあり、平均値は、 $2.90 \times 10^{-4} cm/s$ でダム基礎地盤としては、揚圧力に対して問題があり、またこの浸透水による酸化作用等の化学反応は岩盤の劣化を招くなど、堤体安定上問題がある。

③ 堤体の欠損状況は外観上から間知石積、ブロック積とも目地の剝離が全般的に観察できる。アーチ部とバットレスの接合部およびアーチ上方クラウン部に水の浸出が多くみられ、特に接合部は水密性を確保した施工の困難性があったことが認められ、ダムの弱点となっている。アーチ部に発生している表面の割れ目は、薄厚の壁体内にもクラックの発生が予想され危険性を感じる。壁面（特に下流面）には全面に白色のセメント成分が滲み出し、古いものは茶褐色に変色している。なお目地の間詰モルタルの剝離は、堤頂から10m下方までが甚だしく、深さは10cm前後が多いなかには30cmに達する個所もある。

④ 堤体の粗石モルタルについては、バットレス2基についてボーリングしたが、現場透水試験の結果は、 $2.03 \times 10^{-7} \sim 1.59 \times 10^{-5} cm/s$ の範囲で、平均 $7.54 \times 10^{-6} cm/s$ であり、比較的非透水性材料と認められる。ボーリングコアの観察によれば、粗石は均質な中粒砂岩で割れ目が少く新鮮であり、モルタルは、表乾比重2.07 絶対乾燥比重1.87、吸水率10.674%、粗石のそれは夫々、2.611、2.596、0.571%である。ボーリングコアの分離面は、粗石とモルタルの境界に発生し、所々にブリージングによる白色物がみられ、それ以外の個所には、水が浸入した形跡として、茶褐色の割れ目がみられるところがあるが、雑物の付着は認められない、また採取コア

表一 1 堤体材料の圧縮強度 kg/cm²

試料	モルタル		粗石		コンクリートブロック	
	コア試験値	標準供試体換算値	コア試験値	標準供試体換算値	コア試験値	標準供試体換算値
No. 1	215	198	2,080	1,914	300	282
No. 2	208	191	2,230	2,052	350	329

による圧縮強度は表一1のとおりで良好である。以上から総合すると、粗石モルタルは昭和初期の施工としては、極めて良好といえるが、ただモルタルが粗質（多孔質）性であり、吸水率が10%以上あることが若干心配である。粗石モルタルの品質については今後引続いてボーリングをふやしてもう少し全体像をつかみたい。なお、アーチ部は壁厚薄く傾斜壁であることから、今回ボーリングを省略したが、今後可能な限り調査してみたいと考えている。

⑤ 堤体の安定性の検討は現行のダム設計基準を適用し、バットレスの安定性およびアーチ版の内部応力について試算した。計算上の諸係数は、既往の調査結果を基に他のダムの例等を参考として定めることとし震度K=0.25を採用した。この検討結果は

○バットレスは常時満水位において着岩面での合力の作用点dがバットレスの下流端から、 $d=8.33m < 1/3B=10.01m$ であり、ミドルサードから外れている。またせん断に対する安全率 $F_s=3.08 < 4.00$ であり基準値を満していない。

○アーチ版ではバットレスとの接合部で許容引張応力が許容値を超えている。

以上が各般にわたる現在までの調査結果の概況であるが、この結果からみてもこのダムは、漏水防止や堤体安

全性の確保のため何等かの補強対策の必要性が認められる。

今後実施設計にあたっては更に追加調査を加え、ダムの全体像をもう少し把握解明しながら細部設計を進めたいと考えている。

6. ダムの改修補強の考え方

さきの老朽状況の調査から、本ダムの改修補強の工法について各種の検討がなされたが、技術的にのみ安定性、安全性を保つには、大胆にマルチプルアーチダムの型式を放棄し、全面改築か現ダムの上下流を増巾した重力式ダムにすれば問題なく解決できるという議論もあったが、何しろこのダムは全国唯一ともいえる特殊ダム型式であり、文化財的遺産としての価値を保存せよと、県民の間からも現状保持を望む声が多く、また、我々としても農業土木遺産として、そうありたいとの願望もあるので、若干の困難性を克服しながら、現形ダムの基本型を変形することなく改修補強する方針を固めた。なお全面改修には、毎年必要な1,593,000m³の用水源の一時期の放棄といえども現状では不可能に近いこと、更に数十億円にのぼる多額の経費の調達に至難さが考えられることも付記しておきたい。

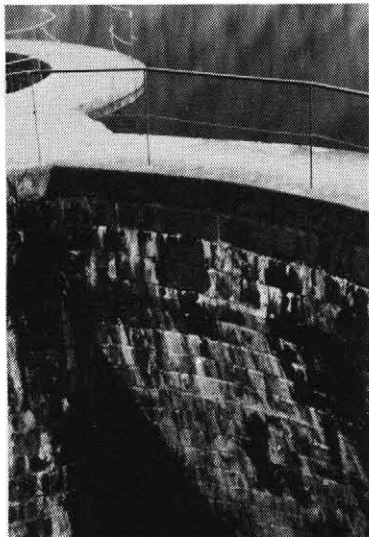
改修補強にあたっては、なお追加調査を含めて再検討を重ねなければならない点もあるが、とりあえず現段階で考えている設計方針の骨子について列挙すると、

① 基礎地盤の前面にカーテングラウトを実施する。調査結果をもとに、深さ20m間隔3mの2列の千鳥型の配列とする。

② 堤敷部はコンソリデーショングラウト(深さ5m)により地盤の補強を行う。なお、堤体下流側の地盤には揚圧力低減のため排水ドレーンを設置する。

③ アーチ壁体部は壁面やバットレスとの接合部にクラックの発生がみられ、これが壁体内部に及んでいることが予想される。したがって、グラウト工法も、壁厚薄く(6~8尺)その効果が期待できず、むしろ破壊の危険性もあり、また無筋構造でもあることから現アーチ壁上流面に、新たに鉄筋コンクリート版を補強し、単独で強度を与え、現壁体の強度は無視することとする。

④ 既設バットレスはその強度如何が本改修に最も影響するところであるが、現在までの調査結果では良質な



写真一5 堤体下流面の浸水

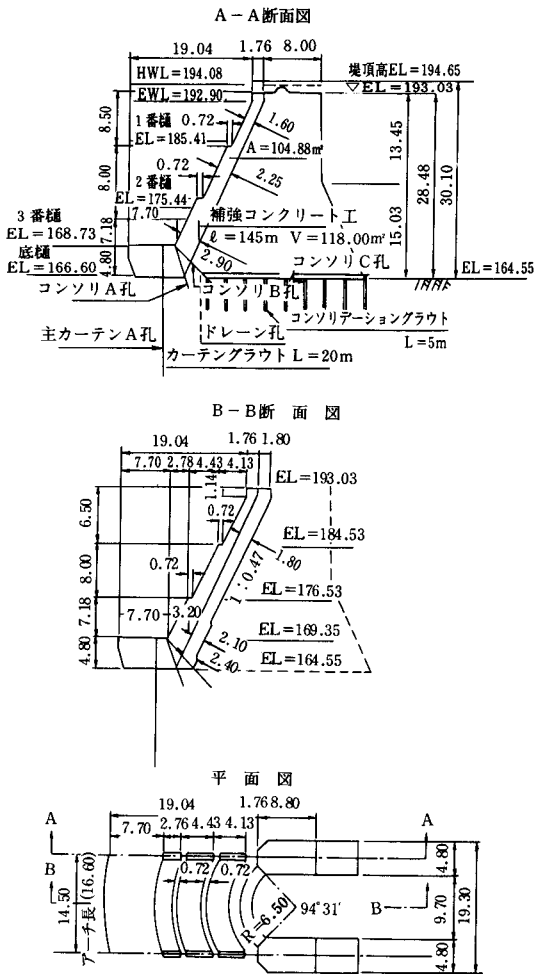


図-5 ダムの改修補強工

粗石モルタル造りと考えられ、今後も重力壁として利用可能と考える。なおグラウトにより堤体空隙部を注入補強する。

⑤ バットレスの安定性不足（ミドルサードからの外れ）に対しては、新設アーチとの接合部で必然的に増巾されるほか、更に不足値を満たすため、下部付近においてバットレスを上流側に突出壁（鉄筋コンクリート）として補足新設し、既設体と一体性をもたせるような接合工法を採用しながら重力壁としての安定性を確保する。

⑥ 壁体の間知石積（ブロック積）の目地モルタル剥脱部分は、清掃の上入念な間詰モルタルにより補修する。

7. あとがき

今から半世紀以上も前に、重力式ダムより理論的にもまた施工面でも難しいと考えられるマルチプルアーチダムを、機械力の乏しい当時に、身近な材料を使い、殆んど人力によってコツコツと築き上げ「農民手づくり」のダムを完成させた当時の技術者のパイオニア精神と技術力には、ただ敬服するほかはない。我々関係者としては、この文化財的価値を有する貴重なダムの改修補強にあたり、先人の築いた珍しい現形ダムを、できるだけ変形させることなく、このダムを子々孫々に引継いでいきたいと思っているが、今後、実施に向けて種々再検討も重ねていきたいと考えているので、諸賢のご助言やご指導をお願いしたい。

最後に、本調査に際してご協力頂いた、豊稔池土地改良区、村上利武理事長ほか役職員ならびに、応用地質KKの関係者の皆様に対して、深甚なる謝意を表する次第である。

畑地かんがい地区における水管理施設の設計事例

中 澤 功* 平 井 篤 実**
春 原 富 男***

目 次

はじめに……………21
1. 事業概要……………21
2. 施設機構の特性……………22
3. 情報集中化の必要性……………22

4. 管理施設の設計……………25
5. 管理システムの設計……………28
あとがき……………28

はじめに

人間が造り出した機械と云うものは、いかなる機械であっても、人間がこれを駆使するものだから、その能力の領域は限定されている。然し実際の能力そのものは人間が及ばないほど大きい。ここに機械のもつ特色があると云われている。

真空管、トランジスター、集積回路とコンピューターの部品性能が急速に向上するにつれて、これを駆使する設計理論も進歩し、今日では人間の能力に近づけるためにどのように新しい機能を造り出すかと云う使命の達成を目指して、謂る世代の進展が続けられて来ている。このように最近の電子工学等の急速な発展を背景として、我々が携る農業土木事業の中でも、通信制御技術、センサー技術の革新がめざましく、土木、建築、機械、電気設備等の各種技術の総合化により、調和のとれた施設計画、設計と共に、施設管理面からの合理化、高度化を目指した設計が必要とされ、全体としての整合性が期待されている。

とりわけポンプ施設を基幹とする大規模水利施設については、ポンプ機械設備及び管理施設の機能の大幅な向上に併せて、高度な情報化を的確に処理できる集中管理システムが求められている所である。

農業をめぐる諸情勢の厳しい環境変化の続く中で、個別農家の営農形態に対応した、用水ニーズに対する応答性の確保と共に、水位、水量、圧力等の水理条件と施設機械の運転状況の瞬時的把握によって、運転管理の総合的な安全性と経済性を追求するものでなければならぬ。

国営伊那西部事業は、既に昭和56年に一部水使用に入

っており、59年度には水管理施設工事に着手した。その設計事例を紹介し、各位の参考にしていただければ幸甚である。

1. 事業概要

国営農業水利事業伊那西部地区は、長野県南部、伊那市の北西側、天竜川右岸に位置し、東西にその幅3km、南北に長さ20kmに及ぶ带状の洪積台地であり、関係市町村は伊那市外2町1村に亘り、受益面積は、3,287haからなる水田と畑地が混在した基盤整備の遅れた地帯である。

地区内には天竜川に注ぐ急峻な溪流が数条あり、それらを水源として谷津田が点在しているほかは、水利施設がないため殆んどが畑地となっている。

事業計画は諏訪湖から太平洋に達するまでの間に、多種多様な水使用が厳しく競合している実状から、天竜川からの新規取水が不可能なため、用水源を天竜川沿いの三ヶ所の溪流からの排水路を連結集水して用水量を確保し、計画用水量 $Q=3.186\text{m}^3/\text{sec}$ を以て、畑地かんがい2670haと、水田の用水補給617haを行うものである。

天竜川右岸の川岸に設置された第一揚水機場で、標高(+)650mから標高(+)832mまで、高低差182mをポンプアップし、第一吐水槽(3000 m^3)より下段南北に向けて21.5kmのパイプラインにより自然流下で配水する。

更に第二揚水機場により $Q=1.281\text{m}^3/\text{sec}$ を標高(+)915mまで93mをポンプアップし、第二吐水槽からは上段南北9.2kmのパイプラインにより自然流下で配水される。

諏訪湖から流下する天竜川と平行に北から南に地区の下段を通過する中央高速道、ほぼ併列的に下段パイプラインに沿って広域農道が既に建設され、首都圏、中部圏両巨大消費地に直通する流通体系の整備も完成されていると見ることができる。

*前関東農政局土地改良技術事務所

**前関東農政局土地改良技術事務所

***前国営伊那西部農業水利事業所

地区内についてもほぼ全域に亘って、県営畑地総合土地改良事業により、畑地かんがい施設整備、圃場整備、農道整備が進められており、標高700～900mに及ぶ高冷地ではあるが南緩傾斜となっている地域特性を生かした、酪農、野菜、果樹を中心に営農集団の組織化と共に機械化体系の整備、貯蔵施設の整備等総合的な推進によって生鮮食糧基地への発展が大いに期待されることである。

2. 施設機構の特性

(1) 高揚程のポンプ場

本地区のパイプラインシステムは、天竜川右岸の急傾斜からの湧水等の限られた流量を水源とし、これを全量200m近い高揚程のポンプで一気に常時運転を継続しようとする機構を持つものである。パイプラインシステムにおいてポンプの送水量とファームポンド等の使用水量総計がほぼ一致に近い状態が効率的であるが、本地区の場合も、効率的な運転が可能となる様計画がなされている。

然し、実際に、その日の使用水量を予定量に合せることは現実的には困難な面もあり、両者のバランスを調整する必要が生じる。

使用水量が個別農家の用水ニーズによって常に変動し、若し仮りに農家の要求が集中して使用水量がポンプ送水量より多い場合には、時間帯によって個別のファームポンドの容量を超える場合であっても、全体の水管理の効率化によってこれに対応し、水使用の一時停止を避ける努力が必要である。

本地区の第一機場はポンプ4台、第二機場はポンプ3台と計画されていることから、送水量の変動はポンプの運転台数に調整されることが基本となるが、使用水量と送水量のアンバランスが生じた場合、台数変更による調整時間は吐水槽の水位変動の許容範囲で実行されることが運転操作上の主要要件である。

また第一機場より押し上げとなっている送水パイプは、高低差182mに亘って、 $\phi 1350\text{m}/\text{m}=3300\text{m}$ 、 $\phi 1500\text{m}/\text{m}=1746\text{m}$ の鋼管が地形に沿って埋設されており、これには非常停止時の負圧発生防止や管路保護のため標高(+) 800m 位で、第一機場より4.0kmの地点にサージingtankが設置されている。このサージingtankの水位確認と送水管内の圧力確認がポンプ運転の安全対策上の最も重要な項目となっている。

(2) 取水工

本地区は水田の用水補給も一部含む畑地かんがい地区であることと共に、高冷地であることもあって、期別の使用水量の変動も大きい。一方水源も取水工四ヶ所から構成されていることから、送水量に応じた取水工のゲート操作が必要となる。

当面は半旬別の使用水量が設定され、これに対応したポンプ運転台数が予定されることになると思われる。また、水源となる溪流からの集排水路は、比較的安定した流量であるが、排水路水位の変動を機敏に把握し、その流量状況を確実にチェックすることとなっている。

然し、現実には排水路の流量が不足となって取水に制限が生ずるようなことは殆んど心配ないとされており、排水路流量と取水量の調整は余剰となる排水路流量を余水吐から放流する構造となっている。これは第一機場の吸水槽が 1260m^3 （計画最大 $3.186\text{m}^3/\text{sec}$ に対しては約6分程度）の容量となっていることもあって、ポンプの台数制御によって送水量が、取水量を下回った場合は、第一機場より僅かに215m離れた、第三取水工までバックウォーターの現象が現われる形となって、送水量の余剰分だけオーバーフローすることとなる。

なお、更に800mの集水路により接続する第二取水工の排水路の流量がメーンとなっており、 $1.94\text{m}^3/\text{sec}$ の取水が見込まれている。

(3) 幹線パイプライン

半旬別に5日間の使用水量を設定し、それに対応した送水量を一応限定してポンプ運転に入った場合でも、実際には半旬別の初日あるいは2日目に、相当な有効雨量があった日以降は、末端での使用水量に変動が生じ、ファームポンドの水位変動が停滞して来る。

一方幹線パイプラインは第一吐水槽及び第二吐水槽より自然流下となっており、各ファームポンドの水位変動に対応して流量が変動して来ると云う、謂るセミクロズドタイプの需要主動型のパイプラインとなっている。

然し、15ヶ所からなるファームポンド及び下段幹線南の5ヶ所の分水工までは一連のパイプシステムとなっているものの、管水路が四系統になっていることで、ある一ヶ所の異常事態に対しては、その影響範囲を最少限にとどめるための安全対策と水理情報の即時的把握が必要であり、それによって効率的運転管理を可能とする水管理施設の建設が望まれるわけである。

3. 情報集中化の必要性

伊那の勘太郎で知られる民話とロマンに満ち溢れる伊那谷の気象変化は激しく、しかも標高もかなり高い。この地に信州大学農学部のキャンパスが昭和23年に設置され、この地の地域発展のため各種農業開発について研究がなされているが、逆にこのことはこの地域の農業開発の困難性を物語るものかも知れない。僅かな渓流水を水源として開発された水田とそれを鳥条に包む斜面状の畑地は、厳しい冬には氷点下 20°C 以下にもしばしば見舞われるにもかかわらず、春の早い南斜面では、日照量の多いこともあって温度変化が大きく、また山麓特有の降雨量の分散が見られる。

このような背景から水使用段階に入った場合

(1) 水稲、酪農、果樹については既にかんりの実績が見られるが、根菜類も含めた高冷地野菜や施設野菜を導入する畑かん営農の定着化を図る過程で、

① 個別農家の日別に時間差のある水使用ニーズが把握し切れないことが懸念され、季節変化や需要のピークに注意が必要である。

② 降雨量が相当量に達しているにもかかわらず、水の無効かんがいやバルブの開放状態が続けられることが

懸念される。

等の問題処理のために、使用水量の敏速且つ適確な把握が経済的に重要な課題である。

(2) 取水工四ヶ所を集水路で結ぶ貯水槽までの取水系統、第2吐水槽までの押し上げ送水管、四系列に分離されている15ヶ所のファームポンド及び直接分水工までの幹線パイプラインと大きくは三種の機能からなっており多様な施設に対して

① 操作員が全施設の水利特性を完全に習熟していな

表一 管理対象施設

ア. 取水工

名称	取水量	河川ゲート	取水ゲート	開閉装置	水位計	摘要
第3取水工	2.885 m ³ /s	1 門	1 門	電動	1	

イ. 揚水機場

名称	口径	電動機出力	台数	揚水量	実揚程	制御方式
第1機場	600×400	2,000 kW/台	4 台	0.80 m ³ /s (3.26)	181.7m (197.0)	台数制御
第2機場	400×250	500 "	3 台	0.43 m ³ /s (1.29)	85.5m (92.0)	"
特高受電所	2万kV	10,000 kVA	1バンク			

ウ. 水槽

名称	容量	計画水位		水位計	摘要
		HWL	LWL		
第1機場貯水槽	1,200m ³	652.0	650.3	1	ポンプ制御用
第1吐水槽(第2機場)	3,000m ³	832.0	829.5	1	
第2吐水槽	1,200m ³	915.0	913.0	1	
サージタンク	φ4,200	800.0		2	調節弁を含む

エ. 幹線水路

名称	流量	延長	流量計	摘要
上段北幹線	0.633 m ³ /s	5,252 m	1ヶ所	超音波流量計
上段南幹線	0.648 m ³ /s	3,910 m	1ヶ所	"
下段北幹線	0.632 m ³ /s	8,777 m	1ヶ所	"
下段南幹線	1.273 m ³ /s	12,706 m	2ヶ所	"

オ. ファームポンド及び分水工

幹線名	箇所数	水位計	流量計	電動制水弁	摘要
上段北幹線	FP 4	4	4	4	
上段南幹線	" 3	3	3	3	
下段北幹線	" 5	5	5	5	
下段南幹線	" 3	3	3	3	
下段南分水工	5	—	5	5	

表-2 期別用水量図

平均年 (31~45年平均)

期 別		畑 か ん		水 田		計	
月	半旬別	基 準	平 年	基 準	平 年	基 準	平 年
4	1	1.238	1.013	0	0	1.238	1.013
	2	0.991	0.538	0	0	0.991	0.538
	3	0.037	0.418	0	0	0.037	0.418
	4	0.065	0.357	0	0	0.065	0.357
	5	0.310	0.419	0	0	0.310	0.419
	6	0.246	0.431	0	0	0.246	0.431
5	1	0.584	0.687	0	0	0.584	0.687
	2	1.209	0.729	0	0	1.209	0.729
	3	0.221	0.490	0	0	0.221	0.490
	4	0.515	0.601	0.077	0.017	0.592	0.618
	5	1.067	0.595	0.081	0.055	1.148	0.650
	6	1.205	0.788	0	0.030	1.205	0.818
6	1	1.355	0.807	0.093	0.021	1.448	0.828
	2	0.724	0.695	0.035	0.012	0.759	0.707
	3	0.165	0.620	0	0.028	0.165	0.648
	4	0	0.776	0.019	0.040	0.019	0.816
	5	0.293	0.578	0.013	0.025	0.306	0.603
	6	0.010	0.416	0	0.011	0.010	0.427
7	1	0.071	0.479	0	0	0.071	0.479
	2	0.501	0.659	0	0	0.501	0.659
	3	1.528	0.836	0	0.004	1.528	0.840
	4	1.071	1.323	0.024	0.012	1.095	1.335
	5	1.972	1.377	0.261	0.050	2.233	1.427
	6	1.980	1.610	0.377	0.127	2.357	1.737
8	1	2.048	1.681	1.138	0.430	3.186	2.111
	2	1.832	1.520	0.830	0.416	2.662	1.936
	3	1.298	1.238	0.752	0.463	2.050	1.701
	4	0.242	1.460	0.021	0.433	0.263	1.893
	5	1.090	1.336	0.078	0.274	1.168	1.610
	6	0	0.931	0	0.204	0	1.135
9	1	0.511	0.928	0.036	0.261	0.547	1.189
	2	1.537	0.912	0	0.165	1.537	1.077
	3	1.054	0.574	0	0	1.054	0.574
	4	0.909	0.421	0	0	0.909	0.421
	5	1.546	0.607	0	0	1.546	0.607
	6	1.546	0.404	0	0	1.546	0.404
10	1	0.379	0.208	0	0	0.379	0.208
	2	0	0.179	0	0	0	0.179
	3	0.069	0.194	0	0	0.069	0.194
	4	0.469	0.182	0	0	0.469	0.182
	5	0.317	0.357	0	0	0.317	0.357
	6	0.049	0.199	0	0	0.049	0.199

単位 m³/sec

いための試行錯誤や誤操作があり得る。

㊤ 施設別の即時情報が不明のままに、夫々の施設が各個ばらばらに操作が行われるような、運転管理の不統一性は避けなければならない。

㊦ 将来の課題となっている周年かんがい方式も含めて、激しい気象条件、地形状況に対応して計測装置、センサー、バルブ等の機器のチェックが必要である。

これらに対処して取水、送水、分水三機能が統一意思による計画的な操作が必要であり、また機器破損等を絶対避けるべく安全対策が、高揚程ポンプを持つ本施設には特に重要である。

(3) 水田を一部に含む畑地かんパイプラインの水管理において重要な課題は、用水の公平且つ合理的配分である。具体的には各ファームポンド及び直接分水工間に使用量の不均衡な配分が生じないようにすることは勿論であるが、計画分水量を大幅に上廻るような個別農家の勝手な要求を規制する必要がある。特に多量に水を必要とする水田の代掻き期には、他工区に悪影響のないよう計画的配分を厳守する必要がある。

以上の如く水管理情報を集中化させる必要性と同時並行

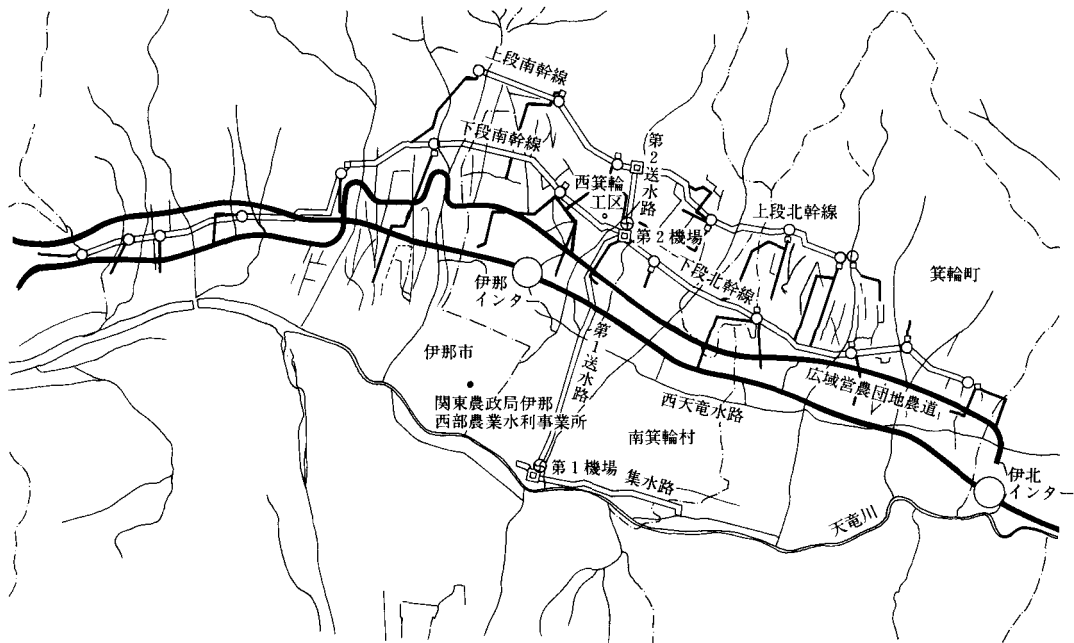
的に水管理情報の記録化についての必要性を整理すると下記のとおりである。

㊠ 各幹支線からの分水量の記録は、受益者に対して事業費及び管理費の負担金徴収のための基礎資料となり、公平に使用水量の実績をチェックするために必要である。

㊡ 将来への作付形態の変化、拡張に対応できる基礎資料となることは勿論であるが、ポンプの運転経費が高価なことから、受益者間の水利調整に係る内部組織のための説明資料として必要である。

㊢ 本地区の取水は新規水利権を取得するものではなく、謂る反覆利用水を水源としているが、天竜川の上流部に位置することで、河口に至るまでの多様な利水者と競合関係にあることから、水使用記録が対外的に必要となって来ている。

以上の理由から、本地区の水管理施設の設計に当たっては、施設の安全管理と水管理に係る即時情報の集中化、記録化を図ることによって効率的な管理を狙いとしている。



伊那西部地区計画一般平面図

4. 管理施設の設計

(1) 水管理の基本方針

一般にパイプラインについてはセミクローズタイプであっても、ある操作に対する系統の応答が予期以上に敏速であり、しかも全域に影響を及ぼす性格を有している。

本地区の如く高揚程ポンプの送水管をメーンとした供

給主導型にあっては、一貫した水管理思想を保持することが特に重要である。

送水停水時から最大送水時への移行あるいは、逆の場合についても各種機器の特性や機械系統の操作手順を習熟し、何に基づいて操作移行への判断を行い、どのように操作を実行するかを充分熟知する必要がある。

本格的な管理段階に入れば、既に土地改良法の手続き

済となっている「管理計画書」が基本となることは勿論であるが、この場合に全体の半旬別の期別用水量(表一2)が前提となっている。

これは基準年と平均年から成り、比較検討して見た場合に

① 4月より10月までの用水計画の全期間42半旬の間に、平均年の用水量が多い半旬が大半を占め21半旬にも達している。

② 全揚水量が $1.0\text{m}^3/\text{sec}$ を超える半旬数は平均年で11回(26%)であり、基準年でさえ17回(40%)に過ぎないこととなっており、つまり大部分の期間(60%)は、第1機場でのポンプ運転は1台($0.80\text{m}^3/\text{sec}$)で賄い得る半旬数となっている。

この二点の特色を踏まえて、先づ供給主導型の水管理を原則とし、集中化された情報に対応する運用を水管理の基本方針とすべきである。

次にファームポンド15ヶ所及び直接分水工5ヶ所について夫々水管理区を設置することが必要となる。この管理区の代表が構成する「管理運営委員会」(仮称)が実質的に各管理区の半旬別要望量を取纏め、年間配分量の調整に当ることとなる。

(2) ポンプ制御の検討

第1機場の吐水槽の容量は 3000m^3 であり、これは第2機場の吸水槽を兼用するものであるが、需給変動に対する調整機能、吸収容量について検討してみると

① 第2機場のポンプ1台当りの揚水量は $0.45\text{m}^3/\text{sec}$ であり、仮りに第1機場でのポンプ台数を変動なしに、第2機場のポンプ台数を1台増やした場合30分間の水量変動は $0.45\text{m}^3 \times 60 \times 30 = 870\text{m}^3 < 3000\text{m}^3$ で余裕充分である。

② 前記の状態に加えて、第一機場における下段北幹線及び下段南幹線の消費水量が増大した場合を想定し、仮りに消費増量分が $0.80\text{m}^3/\text{sec}$ (ポンプ1台の容量)に達した場合あるいはこれを越えることとなった場合、即ち第1機場で台数増操作が30分間おくれた場合でも $0.80\text{m}^3 \times 60 \times 30 = 1440\text{m}^3 < 3000\text{m}^3$ で充分となる。

③ 一方第1機場の吸水槽の容量(1260m^3)からのポンプ制御時間の検討では、仮りに取水工から流入量がポンプ1台の増運転に伴わない場合、仮りに第3取水工の余水吐放流量が全く0であった場合であっても、吸水槽に水位低下が始まった後問題が生ずるまでの時間は $1260\text{m}^3 \div (0.80\text{m}^3 \times 60) = 25$ 分間程度となることに注目する必要がある。

④ 更に第2機場の吐水槽の容量は 1200m^3 で、これについては仮りに上段両幹線の消費水量が増加した場合、運転台数との差の最大は $0.45\text{m}^3/\text{sec}$ であり、問題が生ずるまでの時間は、 $1200\text{m}^3 \div (0.45 \times 60) = 44$ 分間程度であり充分な時間となる。

以上の検討結果からすると本地区の場合、吸込側にも吐出側にも、一応妥当な容量を持つ水槽が設置されているものであり、また送水形態も二段限りで、比較的簡潔なことから、農業用施設としては最も適した台数制御方式を基本とした施設設計となっている。

各ファームポンドの水位変動に最初現われ始め、やがて両吐水槽からの幹線水路の流量増大となる消費水量の変動とポンプの揚水能力の差は、両吐水槽の容量で吸収することが可能なものとして総合的に判断できることから、ポンプの制御は台数制御を主体として行うこととする。したがって第1吐水槽に設定された上限水位(832.0m)及び下段の水位(829.50m)を目標にポンプ台数の増減操作が行われることとなる。

特に前述の問題として第1機場において2台から3台運転に、あるいは3台から4台運転に、台数切替する場合は取水工からの余水吐放流量を充分チェックし、取水量の確保が所要期間に見込まれることを確めたうえで台数増の操作に入る必要がある。

なお主ポンプについては、高揚程ポンプに於ける急停止による水撃を緩和する安全機能を具備しているものとしてロート弁を採用して、主ポンプと集合送水管の間に設置し、サージタンクと併せて異常事態にも対応できる施設とした。

(3) 安全管理のための制御情報

① 第1機場及び第2機場の夫々の吐水槽から供給される各幹線水路入口の流量は、各幹線毎の現況使用水量把握のための流況チェック情報であり、またポンプの運転制御用の情報となる。したがって瞬時計測の即時情報としてグラフィックパネルに数値表示される。

一方吐水槽への流入量チェックとなる、ポンプ出口の流量は両機場の現況揚水量把握のための即時情報として、瞬時計測が継続され同じく数値表示が可能な装置となっている。

これらに使用する流量計は流量の変動幅の大きい場合の対応性、また計測頻度の多いものに適するものとして、しかも計測精度や安全機能等を検討した結果、超音波流量計を採用している。

② 一般にセミクローズドタイプのパイプラインに於ては、当然ながらファームポンドより末端の圃場に於ける使用水量の変動、及び幹線水路側のエネルギー高の変動によってファームポンドへの流入量は変化する。したがって末端の小分水工あるいは個別の農家の給水口の閉閉にファームポンド内水位は変化し、その頻度は毎日、時間差となって変動することに注目する必要がある。

これの対応には自動開閉機能が望ましいわけで、H.W.L.になればフロートによって自動的に無動力でも全閉するデスクバルブを採用することとした。この場合の自動デスクバルブは塵芥等によって全閉せず用水の無効

を起すことの危険性が考えられることから、さらに電動弁を設置することとした。

この電動弁はファームポンドに附属する余水吐からの無効となる溢水を急速に遮断することは勿論のこと、幹線水路網のクローズ状態を確保し、エア混入を極力避けることを目的としているので遠方制御とする。

この作動は全開又は、全閉の二元状態であるため弁開度のTMは必要なく、開閉状態の監視SVと電源状態SVのみ情報伝送とした。この電動弁と先のデスクバルブの間に、経済性を重視する考え方から選択されたベンチュリー管（流量計）を設置することとしたが、その目的はデスクバルブの作動によるファームポンドの流入量をチェックすると同時に、㊦に述べた吐水槽から供給される流量との相関々係によって、当該幹線水路に於ける漏水量あるいは事故放流等の異常事態を敏速に監視することを狙いとしている。

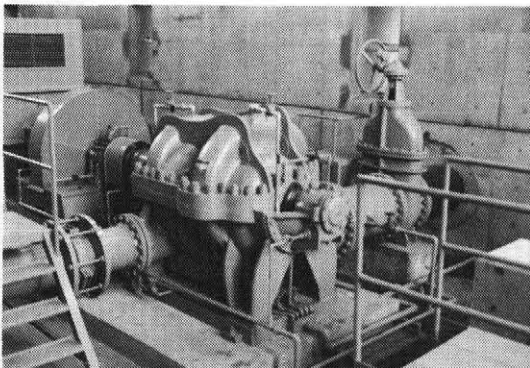


写真-2 第1揚水機場主ポンプ
 型式：横軸2段渦巻ポンプ
 吸込口径600mm
 吐出口径400mm
 吐出量：0.8m³/sec
 電動機：2000kw
 フライホール：GP²=2500kg-m²
 径1400mm

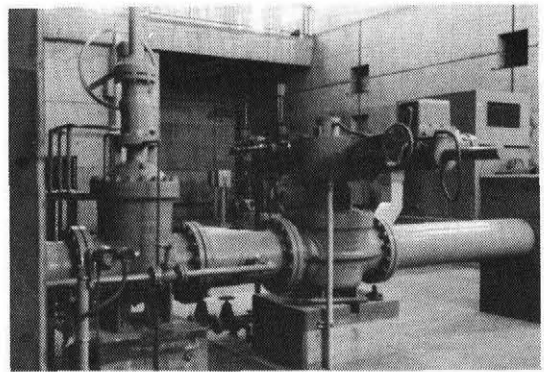


写真-3 主ポンプ用油圧電動型ロート弁
 使用最大差圧：29kg/cm²
 常用圧力：20kg/cm²
 駆動方式：油圧電動方式
 電動機：1.0kw

(写真-1 下段南幹線3号ファームポンド (V=6150 m³) グラビア参照)

(4) 伝送方式の検討

直送式（全私設線）と搬送式（NTT線併用並びに無線方式併用）について、その伝送する情報量、信頼度、地理的条件のほか施設建設並びに管理のための経済性など総合的に検討して選定した。

㊦ 無線方式については本地区の地域の大きさから判断して、電波監理局の許認可の可能性がないこと、仮りに認可が得られたとしても第二揚水機場をノーマンコントロールとした場合の信頼性に問題が残ることから採用から除外した。

㊧ 公社線併用の場合は、将来の管理経費に受益者負担が増大し、専用回線でない場合は電話局中心に放射線状に布設されたケーブルを一時使用することになるので、ライン状に使用する結果は伝送路が長くなり、引込線の布設経費を含めると必ずしも経済的でない。また冬



図-1 ディスクバルブ構成図

期の雪害、強風被害の場合を考えると信頼性にも不安が残る問題があるため、経済性、信頼性からも有利性がなことが判明された。

㉔ 直送式（全線私設）の場合はケーブルの布設工事が管水路工事と同時に施工となった場合は施設建設のための経費は経済的となり、維持管理費が多少必要であっても、伝送には他に影響されることなく、自由度、信頼度が最も評価できると判断された。

施設の管理レベルを中心に比較案を作成して検討した結果、直送式（全線私設）を採用することとした。

またシステム全体としてのデータ収集機構上で操作の利便性から、親局が主導権をもって子局の呼び出しをするポーリング方式を採用することとして、子局を6局についての1:6対向方式を採用することとした。

5. 管理システムの設計

(1) システムの機能

先述 2一(1)のとおり本地区の施設管理のメインが第1揚水機場にあることから、中央管理所をその操作室に併設することと決定されている。子局については2km以内の孫局の取込みの中心的位置で、しかも中継局としての役割に適した条件をもとに第2揚水機場、下段北幹線3号F、下段南幹線3号F、下段南幹線5号分木工、上段北幹線2号F、上段南幹線2号F、の6ヶ所を選定した。第二機場の吐水槽のほか、残るファームポンド及び分木工を孫局として対象管理施設全体のシステム構成を樹立した。

中央管理所に於ける処理機能としては下記とした。

- ㉑ データ収集と入力処理
 - i) 第1揚水機場、第2揚水機場の吸水槽、吐水槽、サージングタンク、第3取水工、及び15ヶ所のファームポンドの監視水位
 - ii) 第1送水管、第2送水管及び第1吐水槽からの下段南北幹線並びに第2吐水槽からの上段南北幹線の各送水流量のほか、各ファームポンドからの、あるいは分木工の配水流量
 - iii) 第1送水管、第2送水管の監視圧力
 - iv) 第2揚水機場内に計測している時間雨量及び日雨量
 - v) 第1揚水機場（4台）、第2揚水機場（3台）の運転状況の把握
 - vi) ファームポンド15ヶ所、分木工5ヶ所の制水弁の開度状況の把握
- ㉒ 水理、水文データの演算処理
送水流量、配水流量及び雨量の日報、月報作成のための集計演算
- ㉓ データの記憶装置
集収したデータ及び演算処理した水文等のデータを記

憶する機能を持つ記憶装置

- ㉔ データの記録、表示装置
各施設から入力したデータ及び演算処理したデータを操作卓、グラフィックパネル、CRTディスプレイに表示し、また必要なデータをタイプライター並びにハードコピーを可能とする装置とした。
- ㉕ 制御処理
15ヶ所のファームポンドの二次災害防止の安全確保のため電動弁の操作は「開一停一閉」とした。また分木工については流量設定を行い、これに一致するように制御する処理機能とした。
- ㉖ 警報処理
吸水槽、吐水槽、サージングタンク、ファームポンドの異常水位、異常圧力、および常時受電盤の電源停止のほか、各機器の故障、異常検出並びに警報処理

(2) システムの設計

情報処理のため装置を動かすソフトウェアはシステム全体を管理するオペレーションシステムのほかに各種業務を処理するため次のアプリケーションプログラムを導入することとした。

- ㉑ 水文等の各種データを入力し、収集するプログラム
- ㉒ 雨量、流量の演算処理
- ㉓ 各種データを夫々集計並びに編取処理
- ㉔ 水文データの時報、日報、月報の作成及記録
- ㉕ 異常検出、操作故障等の記録
- ㉖ グラフィックパネル及び操作卓への表示
- ㉗ CRTディスプレイへの表示画面作成

なおCRTディスプレイの画面については、幹線別分水流量状況、幹線別流量毎時月間水量トレンド、各吐水槽、吸水槽、ファームポンドの水位日間トレンドのほか、雨量の日間、月間トレンド等の各計測データのトレンド表示を可能とすることに特に注意を払い、今後の水管理技術の資料作成の進展に期待することとした。

あとがき

附帯する県営事業も含め施設完了後において全施設がフル稼働するのは理論上数半月の期間となるものと見込まれる。大部分の期間は計画最大水量を下廻る状態で稼働するが、現実には運転経費を最少にするための省エネルギー型の管理努力が期待されることになる。一方最近の農業用水の利用形態は多様化する傾向にあるため、実際の現地での日々の水使用パターンが問題となることが多いのではないだろうか。将来の水使用について半月あるいは日々のタイムスケールの積み上げに可能な限りの自由度を期待すると共に、多少詳細になったと思われるシステム構成が今後、水管理技術の進展に寄与できることを願ってやまない次第である。

杭式導流堤方式による取水工の水理模型実験 (桑原用水地区)

名知 和男* 加納 喜明* 川出 文男*
佐々木 茂** 留田 信治**

目	次
1. まえがき.....	(2) 取水方法別実験結果.....
2. 地区の概要.....	(3) 杭式導流堤の実験(その1).....
3. 工事の概要.....	(4) 杭式導流堤の実験(その2).....
4. 水理模型実験.....	5. あとがき.....
(1) 河川模型の相似性.....	

1. まえがき

本地区は水質障害対策事業として昭和56年度に採択された。その主な工事は一級河川長良川本川に大規模な取水施設を設置するという全国的にもまれな工事内容であり、構造物が本堤に及ぼす影響や河床の変動、汚濁水の拡散現象及び滞砂の状況等、数理解析では不十分な事項が多いことから、水理模型実験を実施し、施設の規模、構造等について検討した。また、河川内工事であるため施行時期が非出水期に制約されるということから、工程、施工方法等について検討し、昭和60年度に着工した。

ここに、水理模型実験についてその概要を紹介する。

2. 地区の概要

本地区の受益地は岐阜市の南西約15kmに位置する羽鳥市の大部分の面積を占め、東は木曾川、西は長良川、北は逆川に囲まれたいわゆる桑原輪中の地域であり、農用地面積は1,246haである。現在この農用地のかんがい用水の水源は長良川(河口から35.4km上流地点)に求め、φ1000mm型斜流ポンプ3台により、最大5.95m³/sを取水している。

この取水地点の上流約400m付近には都市排水機能を果たす境川と逆川が長良川本川に合流しており、近年、周辺都市の発展と共に排水河川が汚濁されている。境川と逆川から排出された汚濁水は本川の左岸を帯状になって流下し桑原用水取水口で取水されるので、本用水の水質悪化により年々農作物被害の増大、維持管理費の増等農業経営に大きな支障を来たしている。

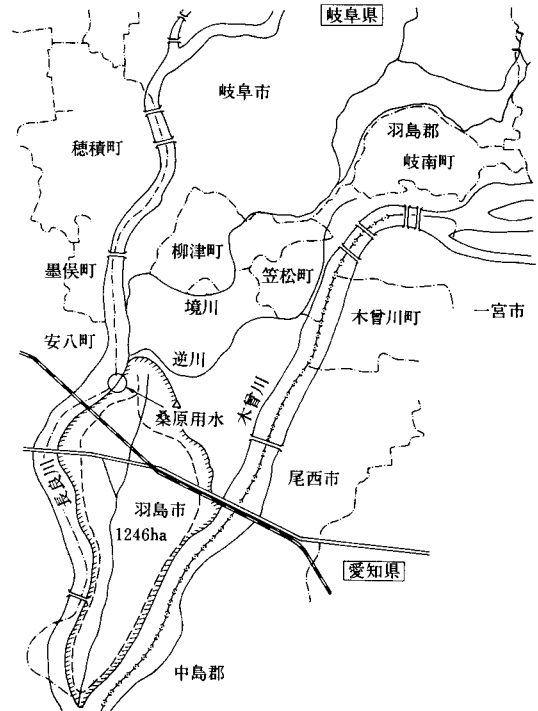


図-1 桑原用水地区位置図

このため適正な農業用水を確保し水質障害を除去すべく、昭和56年度に水質障害対策事業桑原用水地区が採択された。

3. 工事の概要

本地区の工事は取水施設、管理橋施設、導水路施設、

*岐阜県農政部農地建設課
**岐阜土地改良事業所

杭式導流堤施設及び揚水機施設に大別され、その概要を示すと次の通りである。

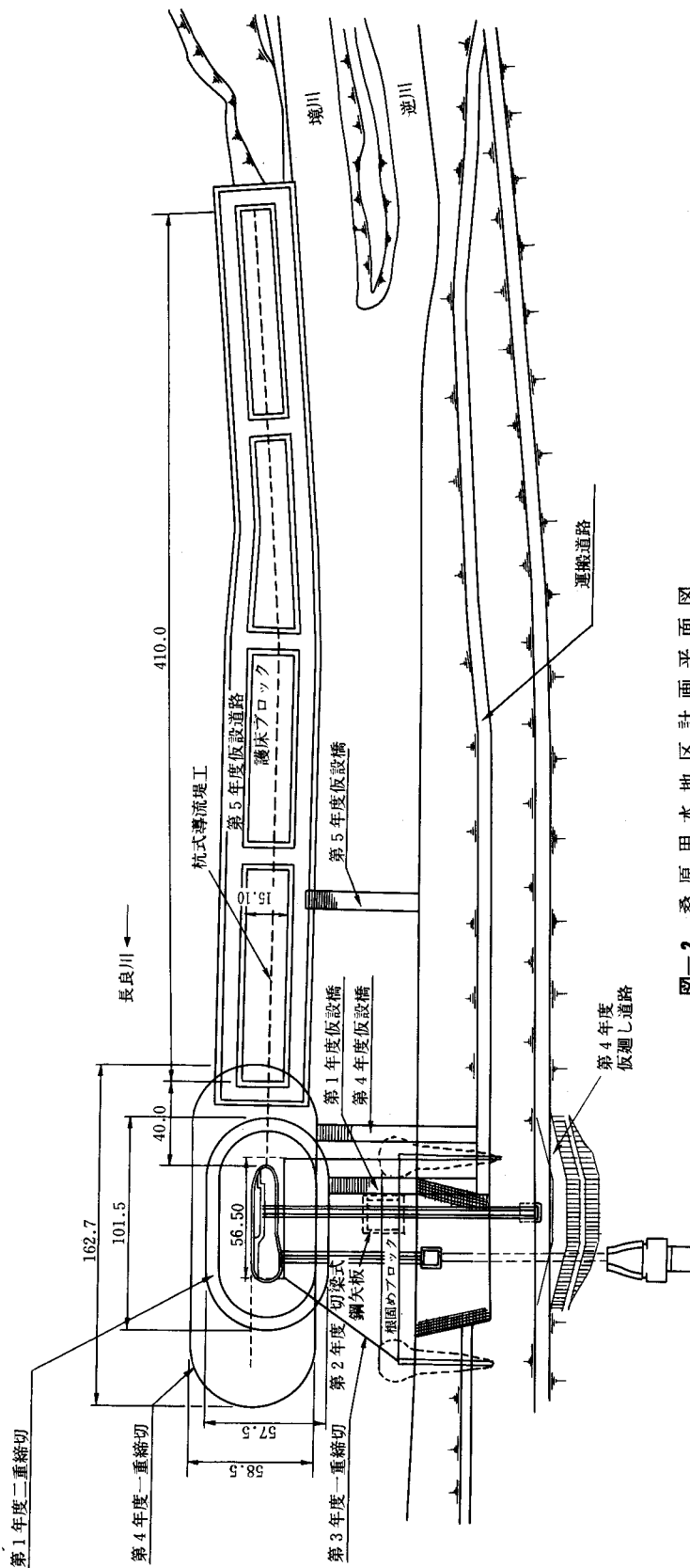
- (1) 取水施設（新設）
鉄筋コンクリート製 長さ
55.45m × 幅 12.9m × 高さ
23.37m
- (2) 管理橋施設（新設）
上部工 単純三角トラス橋
橋長125.6m
幅2.0m 2スパン
下部工 橋台 高さ8.5m
×幅6.7m
橋脚 高さ18.75
m × 幅6.7m
- (3) 導水路施設（新設）
P C管φ1500mm × 2連 延
長66.8m
- (4) 杭式導流堤施設（新設）
R C杭φ300mm 延長506m
- (5) 揚水機施設（改造）
原動機200kw(旧135kw)
3台

4. 水理模型実験

本工事は河川内工事であるため、その構造については、河川管理施設等構造令に適合するように設計するものの、このような構造物の例が全国的にもまれであり、その構造物が河川に及ぼす治水上の安全性、河床の変動及び汚濁水の分離の方法等を岐阜大学に、又、許可水量を安定取水に必要な施設の規模、型式、施設内の滞砂状況及び取水口から揚水機場吸水槽までのエネルギー損失の確認等主として利水上の解明を農業土木総合研究所へ依頼して検討した。

(1) 河川模型の相似性

河川に生起する現象を水理模型実験によって検討するためには、実際河川と模型河川における現象を相似としなければならない。このため実験では河道の幾何学的な形状のみならず、流況、河床形態、流砂の径及び流砂量等を相似とした。また、模型の縮尺は使用できる実験場のスベ



図一 桑原用水地区区画平面図

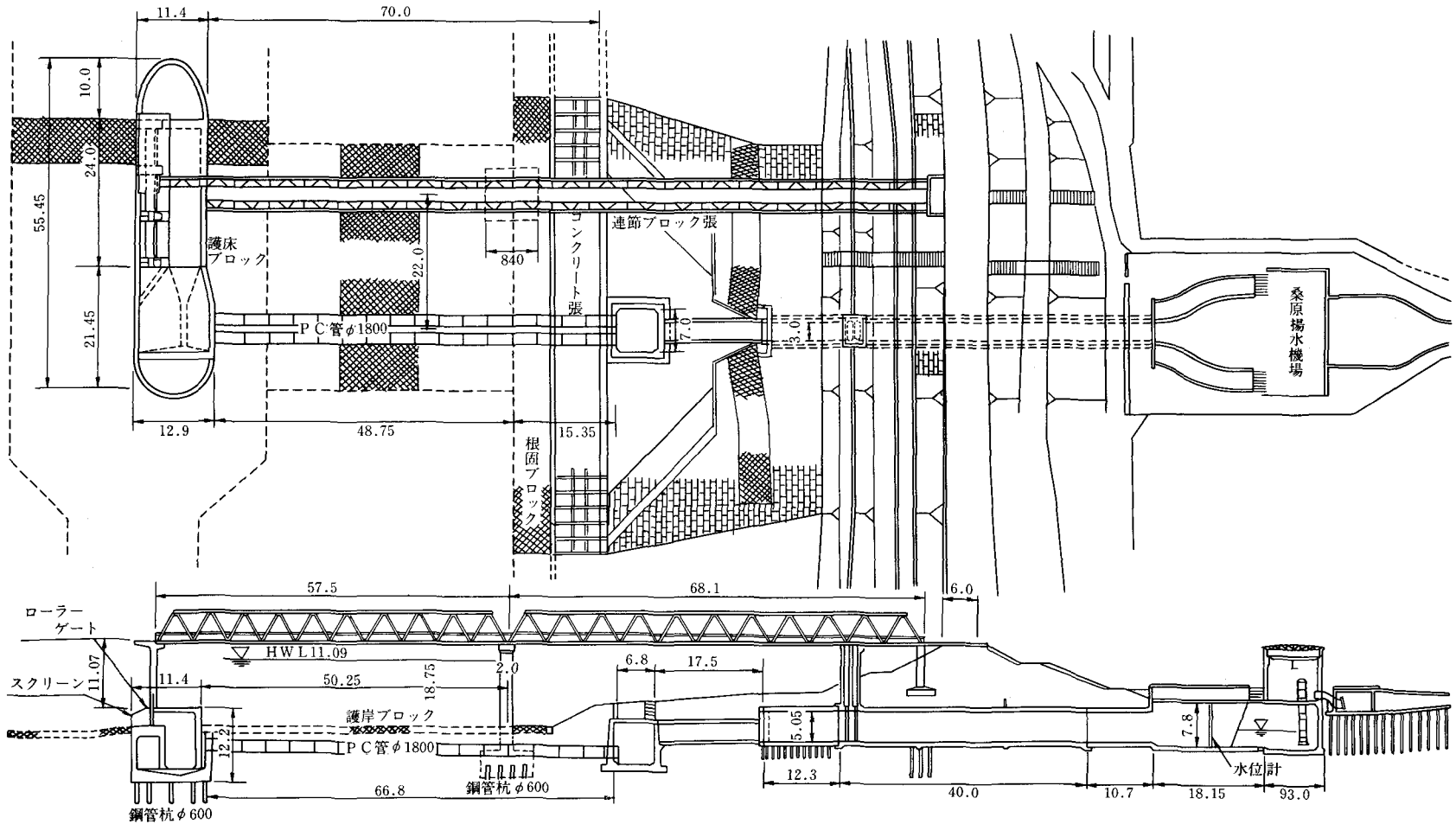


図-3 取水施設設計画平面及縦断面図

ース及び給水システム等より水平方向 1/150、鉛直方向 1/75としたため、歪度 $L=2$ として諸数値を設定した。この時の流量相似比は $Q/Q'=9.7428 \times 10^4$ となる。対象延長は 34.0km 地点～38.0km 地点に至る $l=4,000m$ とした。

また、汚濁水の拡散状況を明確化するため境川にローダミン B(赤)、逆川にメチレンブルー(青)を使用した。

(2) 取水方法別実験結果

実験に際し汚濁水を取水しない取水方式として、a. 導流堤方式、b. 半導流堤方式(I)、c. 半導流堤方式(II)、d. 中央取水方式(I)、e. 中央取水方式(沈砂池付)、f. 中央取水方式(II)、g. 上流取水方式が考えられる。このため、これらの取水方式について渇水期～洪水期までの流量を流し、汚濁水の拡散状況及び本堤に及ぼす影響等について考察したので実験結果を以下の表一2にまとめて示す。

以上、汚濁の拡散状況及び河床変動状況実験を踏まえ、治水、利水の相方から総合評価すれば、(1)導流堤方式、(2)中央取水方式(II)、(3)中央取水方式(I)、(4)中央取水方式(沈砂池付)、(5)半導流堤方式(II)、(6)半導流堤方式(I)、(7)上流取水方式の順となる。

しかし、導流堤方式は取水時に汚濁水を完全に分離できないという利水上の利点はあるが、約540mという長い縦断占用という大きな問題がある事及び実験では表われなかったが、長良川にはダムがなく河床の低下傾向ばかりでなく、気象条件によっては上流の砂州が移動し導流堤高程度までになった場合は、導流堤と本堤の間に流心が移り本堤に悪影響を及ぼす。また、異常洪水で導流堤の一部が欠壊した場合、そこに流水が集中し本堤に悪影響を及ぼすことが考えられ、技術的に問題がある。

(3) 杭式導流堤の実験(その1)

導流堤方式では前述のような技術的問題があるため、透過性の杭式導流堤の実験を行った。実験に当たってのシュミレーション規模は先の導流堤方式と同じとした。また、杭径は流水の整流分流量効果を高めるため $\phi 300mm$ と

した。

本実験では最良の取水方式を決定するため杭の配列、護床の必要性の有無等について表一3及び図11～13に示す8ケースで予備実験を行った。

ア 予備実験の結果

杭式導流堤がない場合、支川側と本川側の流水の流速差が大きくなる豊水量と平水量では、支川合流部付近で周期的な大きな渦が発生し汚濁水の拡散を顕著なものにしている。杭式導流堤はこの渦を小さくし汚濁水の拡散を抑える効果があり、また、透過性であることから本川側の流水が支川の流水を左岸本堤へ押しつける作用があり拡散防止となる。しかし、杭間隔を疎にすると本川から支川側への流入量が大きくなるにつれて取水口の直上流で支川側から本川側へのはね返り拡散が生じる。渇水流量では支川側の流量、流速共小さくなる上、本川流量に対する取水量の割合が大きくなるので、支川側の流水が取水口へ引き出されるような状態を呈し汚濁水が拡散する。

イ 本実験

前予備実験の結果を踏まえ、次の3ケースで本実験を行った。

ケース(I)

杭式導流堤の上流側200m区間は杭を横方向に80cm、縦方向に160cm間隔に並べ、残り250m区間は横、縦方向共80cm間隔で並べる(図14参照)

ケース(II)

杭式導流堤の杭間隔は支川合流付近の30m区間で横、縦方向共80cm間隔、中間170mは横方向80cm、縦方向160cm間隔、残り250mは横、縦共80cm間隔で並べる。また、取水施設より下流へ40mの杭式導流堤を設ける。(図-15参照)

ケース(III)

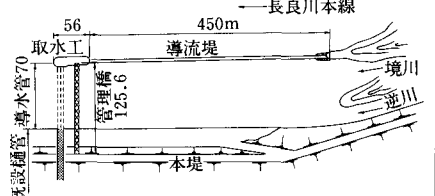
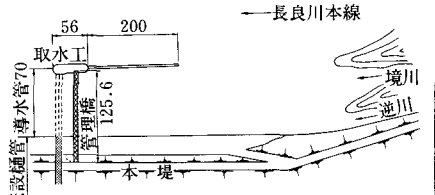
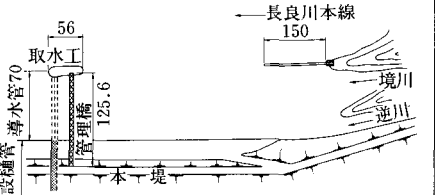
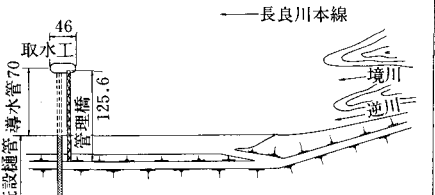

杭式導流堤の間隔はケース(II)とほぼ同じであるが、取水施設の上流付近に彎曲部をもたせた。また、取水施設より下流へ40mの杭式導流堤を設けた。(図一16参照)

表一1 実験対象流量

	渇水流量 (m^3/sec)	平水流量 (m^3/sec)	豊水流量 (m^3/sec)	中高水流量 (m^3/sec)	高水流量 (m^3/sec)
長良川	35	74	136	3,000	7,500
	0.359	0.760	1.396	30.79	76.98
境川	7.8	8.9	12.1	34.7	35
	0.080	0.091	0.124	0.355	0.359
逆川	1.2	2.1	3.9	14.5	12
	0.012	0.022	0.040	0.148	0.123

模型実験取水量 0.0611 l/sec 下段は模型流量 (l/sec)

表-2 実 験 結 果

取水方式	汚濁水の拡散状況	河床変動
<p>a. 導流堤方式</p>  <p>図-4</p>	<p>用水であるため取水の必要が生じる水位は豊水位以下である。このため導流堤高は豊水位としたため、この方式では、完全に汚濁水を分離した取水が可能である。</p>	<p>導流堤による河床洗掘は長良川左岸側よりも河道中心側において著しい。河床の洗掘は取水施設より上流200m付近から始まり、取水口部分で-1.0m~1.5mに達する。導流堤を越流するような流量においては、導流堤と左岸本堤の間に洗掘を生じるが、本堤に影響を及ぼすほどでない。</p>
<p>b. 半導流堤方式(I)</p>  <p>図-5</p>	<p>流量の減少と共に、汚濁水が導流堤右側の洗掘部へ集中し汚濁水が取水口より吸引される。</p>	<p>導流堤先端部は局所洗掘が著しく、流量3.000m³/sの時-5.0mにも達する。取水口付近でも-1.0m程度洗掘され河床全体の変動も大きい。</p>
<p>c. 半導流堤方式(II)</p>  <p>図-6</p>	<p>半導流堤端部における洗掘と砂の堆積のため乱れが生じ、拡散大となり取水口より汚濁水が、吸引される。</p>	<p>取水口から約250m上流に長さ約150mの半導流堤を設置したものである。取水施設の下流先端部が-3.0m程度まで洗掘され砂の移動も相当ある。</p>
<p>d. 中央取水方式(I)</p>  <p>図-7</p>	<p>平水量から渇水量へと流量が減少するに従い、その拡散範囲が大となり取水口前面まで達し取水される。</p>	<p>取水口付近で-1.0m、取水施設の上下流先端付近で-3.0m~-2.0m程度洗掘される。</p>
<p>e. 中央取水方式(沈砂池付)</p>  <p>図-8</p>	<p>拡散状況はdと同様であるが、取水口の下流側にはdより大きな砂州が生じている。この砂州が流れに影響するためdよりも汚濁水は更に拡散し、渇水流量では水面幅全体に拡散するようになる。</p>	<p>全体的な傾向はdとほぼ同じであるが、取水施設下流に帯状の堆砂が生じ河床変動を生ずる。</p>

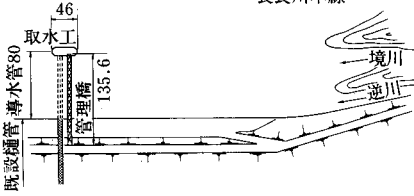
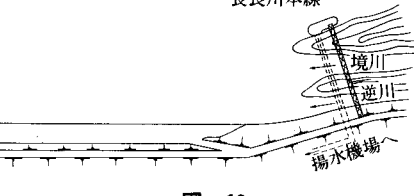
取水方式	汚濁水の拡散状況	河床変動
<p>f. 中央取水方式(Ⅱ)</p>  <p>図-9</p>	<p>この方式はeの取水口を10m沖へ出したものである。汚濁水分離の効果は顕著に認められるが、モデルを10m移動したことにより取水口下流には他の方式よりも大きな砂州を形成し左岸側の流れが大きくなり、汚濁水は、この流れに乗って流下し取水口への影響は、小さい。</p>	<p>取水口下流には他の方式より大きな砂州を形成する、また、対岸の砂州が発達し、将来においては、取水施設の周りまで及ぶことから、渇水期の円滑な取水が危まれる。</p>
<p>g. 上流取水方式</p>  <p>図-10</p>	<p>汚濁水の流入はない。</p>	<p>取水口付近には堆積は見られない。渇水流量の時でも取水可能である。ただし実験では得られなかったが、過去の河道変遷をみると30~50年後には砂州になると考えられる。</p>

表-3 予備実験ケース

Case	杭の並べ方	杭の中心間隔 (cm)		杭まわりの 護床工	フトンカゴ	座標図 NO.
		川幅方向	流れ方向			
A1	単列	80	80	有	無	1
A2	ちどり	80	80	有	無	2
A3	ちどり	80	80	無	無	2
A4	ちどり	80	160	有	無	2
B1	単列	160	80	有	1段	1
B2	ちどり	160	80	有	1段	2
B3*	ちどり	160	80	有	2段	3
B4	ちどり	160	80	有	2段	2

* 全長250m

実験ケースの設定

- a) C₁ 取水施設の場合 (現況)
- b) C₂ 最終案 (Ⅰ)
- c) C₂※ 最終案 (Ⅰ) で、流量が7.500m³/sの場合
- d) C₃ 最終案 (Ⅰ) を約1時間通水した場合

- e) C₄ 実験ケース C₃ で89時間通水した場合
- f) C₅ 最終案 (Ⅱ)
- g) C₆ 最終案 (Ⅲ)

ウ 本実験の結果

河床の洗掘状況は表4に示すとおり各ケース共河床の

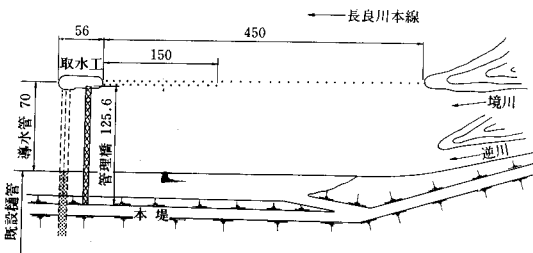


図-11 杭式導流堤予備実験(Ⅰ)

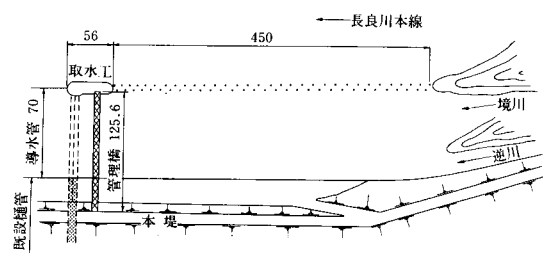


図-12 杭式導流堤予備実験(Ⅱ)

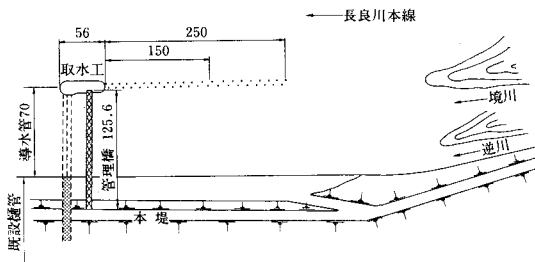


図-13 杭式導流堤予備実験(Ⅲ)

局所洗掘は比較的小さなものに抑えることができた。特に、ケース(Ⅲ)(C₆)ではほぼ中心付近に彎曲部を設けたこと及び下流に40mの杭式導流堤を設けたため、縦渦による帯状の局所洗掘の位置が本川へかなり移動した。このため、杭式導流堤の影響と見られる35.2km付近の左岸低水護岸前面の局所洗掘はほとんど見られなくなった。

拡散状況は表-5, 表-6に示す。

これらを治水, 利水から総合判断した結果ケース(Ⅲ)(C₆)で決定した。また, これら予備実験, 本実験を通

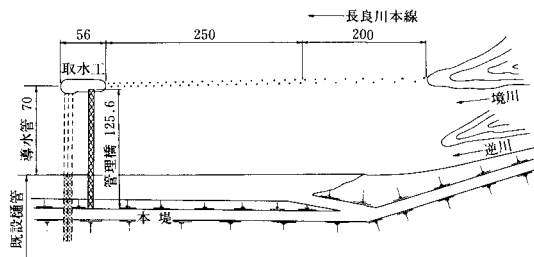


図-14 杭式導流堤本実験ケース(I)

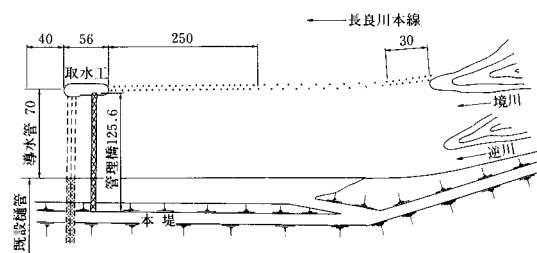


図-15 杭式導流堤本実験ケース(Ⅱ)

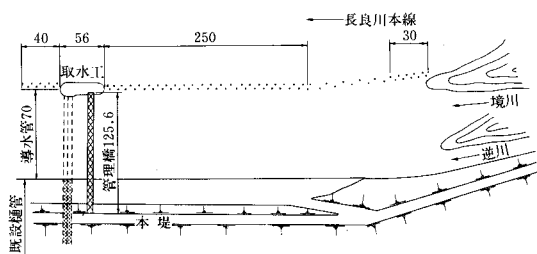


図-16 杭式導流堤本実験ケース(Ⅲ)

じて判明した事は,

(ア) 杭式導流堤は支川側の河床変動を減少させ, 左岸本堤を保護しているような結果となった。従って, 杭式導流堤区間の左岸本堤の低水護岸には特に補強対策はいらないと考えられる。しかし, 35.0km付近では根固工等による補強が必要となった。これはいずれのケースについても言える事である。

(イ) 杭式導流堤の杭の根入れ深さについては, この模型実験からは決定できないが, 過去の河床変動状況及び河床地質等により杭の長さは8mが必要であろう。なお, 杭の径は杭式導流堤による河床付近流水の整流, 分流効果を高めるためφ300mmの杭を採用することとした。

(ウ) 護床工については実験の結果図-17の通りとした。

(4) 杭式導流堤の実験(その2)

前に述べた水理模型実験は主として構造物が河川に及ぼす治水上の安全性, 利水上からの位置の決定及び汚濁水の分離の方法の解明であったが, ここで述べる実験は主として構造物の設計に当たり数理解析だけでは不十分な利水上からの事項を実験で解明するものである。

主な実験内容及び結果は以下のとおりである。

(ア) 5.95m³/sの安定取水について

長良川本川の流向と計画しているゲートは平行してお

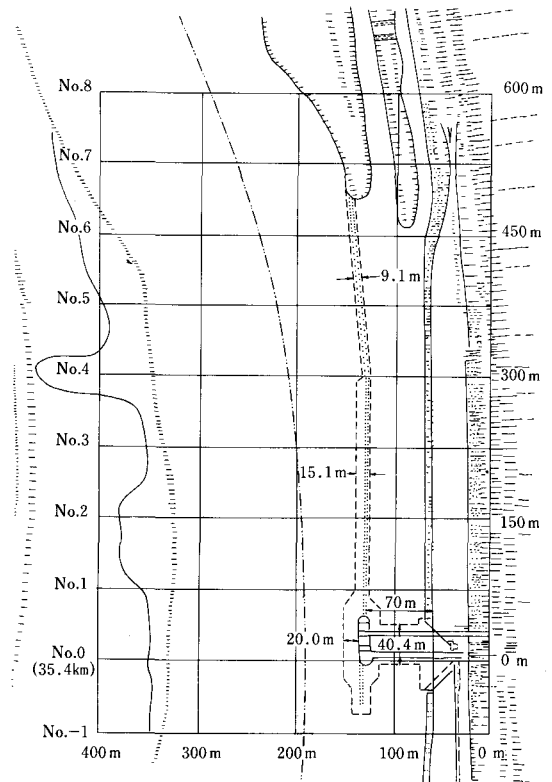


図-17 護床工の範囲

表-4 河床の洗掘状況

実験ケース	35.2km 付近の洗掘深(m)		支川側河床の最大洗掘深	
	左岸本堤 低水護岸前面	最大洗掘深	測 線 No.	最大洗掘深(m)
A1	-1.66	-1.51	No. 3	-0.98
A2	-0.39	-2.41	No. 5	-0.21
A3	-0.76	-2.26	No. 2	-0.25
A4	-2.34	-2.34	No. 2	-0.70
B1	-1.36	-2.49	No. 6	-0.44
B2	-0.84	-2.94	No. 6	-0.36
B3	-1.21	-2.41	No. 3	-0.31
B4	0.06	-2.26	No. 3	-0.16
C1	-0.46	-0.31	No. 1	-0.25
C2	-0.31	-0.99	No. 3	-0.68
C2*	-0.46	-2.11	No. 3	-0.53
C3	0.66	0.14	No. 1	0.20
C4	0.51	0.51	No. 3	0.52
C5	0.36	0.14	No. 5	-0.44
C6	0.36	-0.84	No. 6	-0.59

表-5 メチレンブルーによる拡散状況

実験ケース	流 量 (m ³ /sec)	支川合流部 (ppm)		現桑原用水取水口(ppm)		取 水 施 設 (ppm)	
		1	2	1	2	1	2
C1	136	0.8	0.4	0.2	0.2	0.1	0
	74	3.7	4.4	0.9	1.1	0	0.1
	35	2.7	1.3	1.0	1.1	0.1	0
C2	136	1.8	2.5	0.4	1.0	0	0
	74	2.9	2.5	1.0	0.9	0	0
	35	2.5	2.3	2.4	2.3	0.1	0.1
C3	136	2.9	4.2	1.4	4.1	0.1	0
	74	3.3	1.6	3.6	3.1	0.1	0.2
	35	17.4	8.8	0.7	1.9	0.1	0.3
C4	136	3.0	4.8	1.4	1.9	0	0
	74	4.0	6.1	2.4	2.3	0.2	0.1
	35	7.5	4.8	6.3	4.9	0	0
C5	136	4.6	3.6	1.0	1.0	0.3	0.1
	74	6.4	8.4	6.6	3.9	0.2	0
	35	10.4	12.0	5.2	5.2	0.6	0.5
中央取水	136	2.3	4.0	0.4	0.4	0	0
	74	5.0	5.5	2.7	3.2	0.4	0.2
	35	3.6	4.4	6.9	6.0	0.2	0.4

り、本川の流速が早くなる程取水しにくくなる。取水位置の本川流量、水位は建設省データより低水時 $Q=45\text{ m}^3/\text{s}$ 、 $V_1=0.25\text{ m/s}$ 、平水時 $Q_2=70\text{ m}^3/\text{s}$ 、 $V_2=0.32\text{ m/s}$ 、豊水時 $Q_3=130\text{ m}^3/\text{s}$ 、 $V_3=0.45\text{ m/s}$ を用いてゲ-

トからの取水水位、取水量を検証した結果、 $5.95\text{ m}^3/\text{s}$ を安定取水するにはゲート敷上で 0.38 m 以上の水深が必要となり、設計では 0.40 m を渇水期の取入水深の基本とした。

表-6 メチレンブルーによる拡散状況

実験ケース	流 量 (m^3/sec)	支川合流部 (ppm)			現桑原用水取水口 (ppm)			取 水 施 設 (ppm)		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
C6	136	4.3	4.3	6.0	2.6	3.0	4.3	0	0	0
	74	7.3	4.0	4.0	6.1	4.8	4.0	0	0.2	0.2
	35	4.0	5.8	4.7	4.1	6.5	4.6	0.1	0.3	0.4

(イ) 取水口から揚水機場までのエネルギー損失について

水面追跡については流入損失、摩擦損失等を計算式で求めると揚水機場の吸水槽では、 $-10.7cm$ となる。

このエネルギー損失を実験で検証することと、計画取水量の取水が可能かどうかについて実験した。この結果、取付部は 15° の角度をもった構造とするのが好ましい事及び導水管入口はベルマウス形とすれば吸水槽の $-10.7cm$ は確保され、揚水位でも $5.95m^3/s$ 取水可能なことが検証された。

(ウ) 導水管径の妥当性

導水管は最初 $\phi 1800mm$ 二連で計画していたが、経済性及び水面追跡の結果から $\phi 1500mm$ 二連でも可能であること、また、 $\phi 1500mm$ にすることにより片管通水をして $5.95m^3/s$ を流下させた時には $V=3.4m/s$ の流速が期待でき、管内の排砂が可能となることが判明した。

(エ) 土砂の流入と滞砂についてゲート3門を同時に開いて取水した場合と、1門のみを開いて取水した場合の

土砂の流入状況と滞砂状況について実験したところ、ゲート1門を開いて取水の方が流入土砂量は多い。これはゲート前面の接近流速が1門取水の方が大きくなるためと考えられる。しかし、この実験からは1シーズンにおける滞砂量等については把握できなかった。ただし、この実験で豊水時においては粒径 $6mm$ 以下、低水時においても粒径 $2mm$ 以下の砂は掃流現象を起し、流入した砂はその95%程度が沈砂池に滞砂し、5%程度が導水管出口の取付桝に滞砂することが判明した。

5. あとがき

以上、水理模型実験について述べたところであるが、本事業の計画、設計、水理模型実験にあたり、御指導、御協力をいただいた関係各位の皆様には、感謝の意を表すると共に、機会がありましたら仮設計画、本工事計画（特に、SC杭、S杭、PHC杭の使い分け、浮力の検討、護床工の検討）や、水質の検証についても、投稿させていただきたいと思っています。

「斜張橋の風洞実験について」

秋 本 修* 小 林 光 男**

目 次	
はじめに	38
1. 斜張橋と耐風性	38
2. 十勝の気象	39
3. 風洞実験	40
3-1 実験内容	40
3-2 実験結果と考察	41
3-3 結論	43
おわりに	43

はじめに

斜張橋は北海道十勝支庁が行う農林水産省構造改善局所管の補助事業、道営広域営農団地農道整備事業十勝中央地区の主要工事である橋長772.5mの十勝中央大橋の主橋梁として計画されたものである。

これは主径間が250m、側径間が両側各100mで全長451.4mの3径間連続斜張橋であり、主桁は鋼製(裸使用の耐候性鋼材)、主塔は鉄筋コンクリート製と目下のところ我国でも施工例の少ない複合型の斜張橋である。

広域農道十勝中央地区は北海道十勝支庁管内のほぼ中央に位置し、帯広市・音更町・幕別町・中札内村の1市2町1村にまたがる受益面積26331ha・総事業費12960百万円・総延長約46.5kmの一期分として昭和56年度に事業費6500百万円・延長15.4kmで採択・実施されているものである。

この路線は主要農産物である牛乳・馬鈴薯・甜菜等を畑や農家から直接一般交通の多い国道等を通らずに、起

終点にある乳業・澱粉・製糖の各工場へ輸送すると共に、生鮮野菜類を荷傷み少なく迅速に空港を經由して本州方面へ直送する幹線道路として利用されるものである。十勝中央大橋はこの計画路線中最大のネックである一級河川十勝川に新設架橋するもので、これにより輸送の大幅なスピードアップが図れるものである。

1. 斜張橋と耐風性

斜張橋は他の橋梁形式に比べ、一般的には支間長が200m~400mの橋梁に最適であり、橋を構成する3要素の主桁・塔・ケーブルを巧妙に組み合わせることにより高い経済性を追求できる形式である。又、外観的にも構造的にもスレンダーで近代化な構造美を与える。一方、主に断面形状から風に対して弱いために耐風安定性を高める対策が必要である。これは斜張橋が、形状として空気の流れに抵抗する面の大きい箱桁断面が多く用いられることによるものである。

こうした断面をもつ橋桁・塔・部材では重量が相対的に軽く、固有振動数が低い場合には、比較的低風速域で曲げや振れのいわゆる渦励振が起り、高風速域で曲げのギャロッピングや振れフラッタを生じる自励振動が起りやすい。又、自然風が本来もっている乱れや風上に位置する建物やその背後に生じる乱れによって、ガスト応答・バフェッティングと呼ばれる振動が生じるものである。風洞実験はこれら耐風性に関する設計上の必要性から一般的に行われるものである。

十勝中央大橋の概要は、図-2・表-1のとおりであるが、風との関係における特徴としては次のとおりである。

- ① 積雪寒冷地域にあるため路面・高欄は積雪・堆雪され、高欄は特に除雪等による閉塞が予想される。
- ② 農道橋ということもあり、2車線のため桁高と幅員の比が0.17と比較的大きく風の影響を強く受ける。

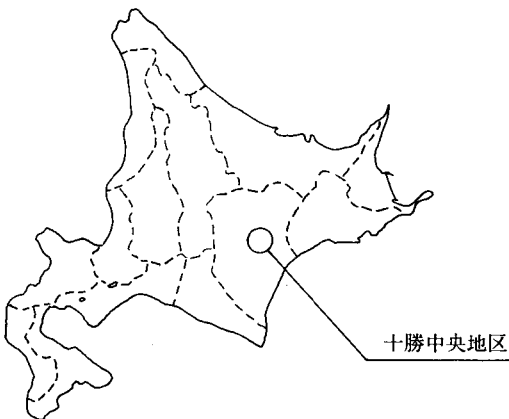
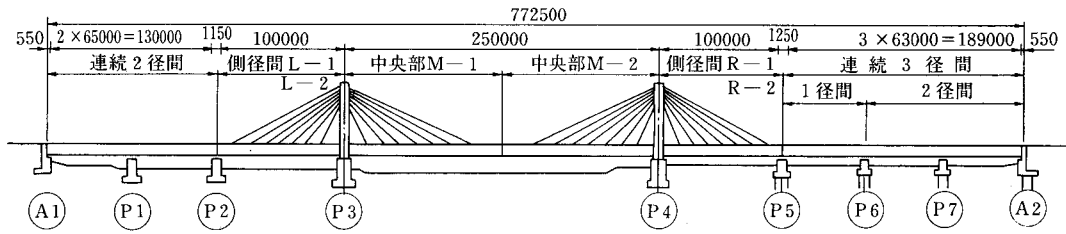


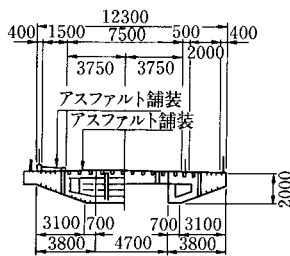
図-1 十勝中央地区の位置

*北海道十勝支庁北部耕地出張所
**北海道農地開発部耕地整備課

側面図



断面図



タワー正面図

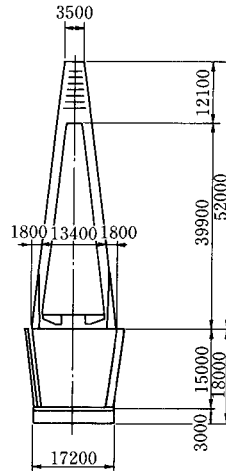


図-2 十勝中央大橋一般図

表-1 十勝中央大橋の概要

区 分	主 径 間 部	側 径 間 部
形 式	3 径間連続斜張橋	3 径間連続非合成箱桁 (右岸) 2 径間連続非合成箱桁 (左岸)
橋 の 等 級	1 等橋 (TL-20荷重)	
支 間 長	(450m) 100m + 250m + 100m	3 × 63m = 189.00m 2 × 65.00m = 130.00m (319.00m)
橋 長 (772.5m)	451.4m	3 径間 190.075m 2 径間 131.025 (321.1m)
幅 員	全幅 12.30m (0.40 × 2 + 1.50 + 7.50 + 0.50 + 2.00)	
主 塔 の 高 さ	52.00m	

③ 架橋地点は十勝川と土幌川の合流点であり、周辺は平坦で障害物となるものがほとんどないのでまともに風の影響を受ける。

2. 十勝の気象

橋の設計・風洞実験の基礎資料及び検証資料とすべく、架橋地点の特性を把握するために過去の気象データを調査すると共に、昭和58・59の両年度にわたり現地に観測施設を設置しデータを収集した。

1) 日最大風速

① 過去10年 (S46~55) の平均 : 15m/S 程度

② 過去87年の平均 : 22m/S

③ 昭和58年度の実測 : 15.5m/S

④ 昭和59年度の実測 : 18.0m/S

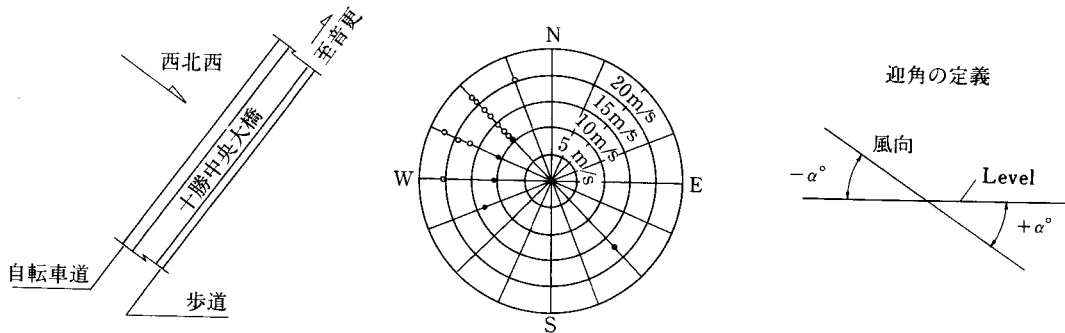
2) 風 向

過去のデータ及び実測でも強風時の卓越風はいずれもNW(北西)の風であった。

3) 風の迎角

自然風は一般に、高度・地面の粗さ・周辺の地形等と関連し、複雑な乱れをもっている。これらは気象資料か

冬期間 12月～3月



- 過去87年中の最大風速が生じた風向および その時の風速
- 過去10年中の最大風速が生じた風向および その時の風速

図-3 冬期間の風向状態

ら判断できないため、特に冬期間を中心に迎角観測を実施した。その結果、兩年度共に最大で $+3^\circ$ であった。

4) 年最大積雪深

最大積雪深として177cm (1970) というデータがあるが、過去10年の年最大積雪深の平均は65cmであった。

5) 温度変化

過去のデータから、日最高気温(夏) : $+37.8^\circ\text{C}$
日最低気温(冬) : -34.9°C

3. 風洞実験

3-1 実験内容

風洞実験は昭和57・58の兩年度にわたり、東京大学工学部土木工学科橋梁研究室の模型実験用風洞施設を用いて、縮尺1/50の部分模型・全体模型を使って行われた。

実験は構造物の一部分の剛模型(二次元模型)を風洞内に設置し、実橋の基本固有振動数との相似率から定めたバネで風洞測定部に支持し、風の作用下における模型の振動状況を測定した。本橋は、振り剛性が大きく、振れ振動は発生しないものと考え、部分模型において鉛直曲げ振動にのみ着目した。尚、振れ振動及び高次の曲げ振動等については全橋模型実験により検証した。

各年度の実験目的・項目は次のとおりである。

1) 昭和57年度

イ. 目的

- ① 主桁断面の検討～1箱桁と2箱桁の耐風性
- ② 積雪・堆雪による影響～橋面・高欄の積雪・堆雪による閉塞等発生時の応答特性
- ③ 附加制振材の有用性の検討～主桁と附加制振材との組み合わせによる制振効果

ロ. 項目

実験項目は表-2のとおりである。

2) 昭和58年度

イ. 目的

a. 主桁の1箱桁と2箱桁断面の比較検証

- ① 高欄部閉塞(堆雪時)による振動応答
- ② 路面全体に積雪した状態における耐風性

b. 塔の耐風性の検証

- ① 架設時における耐風性
- ② 閉合後完成系に至る間の冬期積雪による耐風性の影響

③ 架設前の独立時の耐風性

ロ. 項目

実験は全橋模型で行ったが、項目は表-3のとおりである。

3) 実験諸元

実験及び考察に用いた諸数値は次のとおりである。

イ. 渦励振に対する許容振幅量

許容振幅量については次の2点から検討を行った。

① 疲労強度面からの検討

検討は、「死荷重+プレストレス+雪荷重」に限定振動が生じた場合を想定し、主桁の支間中央点・中間支点及び最上段ケーブルを対象に行うと、主桁において疲労許容応力度以内におさまる量は23cmとなり、これを目安にする。

② 知覚面からの検討

加速度レベルから判定する方法は色々述べられているが、松本嘉・佐藤等は主に歩道橋を対象に0.10g以下を提唱し、建築基準を本橋にあてはめると、周期2secで不安感をもたせない加速度として0.05g～100m/mとなる。従って、本橋では歩道・自転車道を設置することもあって知覚面からは、車のドライバーよりも歩行者を対象とすべきであると考え、応答加速度は0.1g以下、許容振幅量は100m/mとした。

ロ. 構造減衰率

表一 2 昭和57年度風洞実験の項目と実験ケース

項目	部分 模 型 実 験	全 橋 模 型 実 験
風 速	V=実橋換算 0~70m/sec	同 左
迎 角	+5, +3, 0, -3, -5 の5種 適宜少略	〃
風 向	高欄が閉塞されない場合 上・下流の双方 高欄が閉塞される場合 上流	上・下流の双方
堆 雪 高	0m, 400%, 600%, 800%, 1200% 適宜	0, 1200%
構造減衰率	0.008, 0.016, 0.024, 0.036	0.03, (0.04)
主桁形状	1箱桁, 2箱桁	同 左 (1B0, 2B0)
フェアリング (付加制振材)	形状・高さの異なる 5種類	三角形1種 (1BF0, 2BF0)
路面形状	マウントダウン(自転車道のみ, 自転車道歩行者道共に)と普通	普通
堆雪状況		全橋堆雪と側径間のみ堆雪
実験ケース	1箱桁~28ケース・2箱桁~49ケース	1箱桁-10ケース, 2箱桁-10ケース

表一 3 昭和58年度風洞実験項目

構造系	断面	制振材	堆 雪 高	積 雪 高	迎 角	備 考
完成系	1 Box	無	0, 800, 1200	—	-5°~+5°	
	2 Box	無	0, 400, 600, 800, 1200	600, 1200	〃	
	〃	2種類	800, 1200	—	〃	
	〃	〃	800	—	〃	歩車道高欄なし
架設計	2 Box	無	—	0, 600, 1200	〃	

構造減衰率とは揺れている物体が静止状態に落ち着くまでの比率で、大きい程静止し易いといえる。然し、これは橋梁の完成後実測して初めて固有の値が分かるもので事前には推測しかなく、本橋では、本四基準の0.02、他既設橋の0.024~0.076程度であることから、実験の基本として曲げ一次振動では0.008~0.024とした。尚、実際の橋は多索式でもあり、他の例からも実際はもっと大きな値と考えられるので実験値は安全側と考えられる。

ハ. 迎 角

実験においては、-5°~+5°について行った。然し、本橋のように平坦な地形で然も河床と桁面の高さの差が小さいところでは迎角が+5°になることはほとんどないし、あっても瞬間的なものと考えられる。前述のとおり現地の実測でも+5°の迎角は発生していず、実験の考察対象は-5°~+3°とした。

3-2 実験結果と考察

1) 昭和57年度について

実験結果は表一4のとおりである。

イ. 自励振動について

風洞最大測定風速 V = 10m/s (実橋換算 V = 70m/s) 以内でギャロッピング、振れフラッターとも発生しない。

ロ. 渦励振について

疲労許容応力度による23cm, 知覚面からの許容振幅量10cmを満足するのは無雪時に制振材無しの2箱桁。制振材有りは1箱桁・2箱桁共に満足する。堆雪時には構造減衰率を0.024として満足するのは堆雪高80cmで自転車道をマウントダウンした2箱桁の場合である。

ハ. 付加制振材

制振材は無雪時に効果が有り、特に1箱桁で有効である。但し、堆雪時には逆の面もみられ、全体的には有用性が認められなかった。

2) 昭和58年度について

イ. 主桁の1箱桁と2箱桁断面の比較検証

定性的に応答は類似しているが、耐風上2箱桁の方が有利である。2箱桁断面において、風速・迎角を変えて実験した結果は次のとおりである。

① 堆雪(高欄部閉塞)の影響は、堆雪高400m/mまでは渦励振が発生せず、前年度同様800m/mでマウント

表-4 十勝中央大橋風洞実験結果

構造減衰率 部分=0.008
全体=0.030

自転車道側からの風向

模型	堆雪 H (cm)	1-BOX					2-BOX					検 証 断 面	
		+5°	+3°	0°	-3°	-5°	+5°	+3°	0°	-3°	-5°		
部 分	0		310	0	40		0	0	0				
	40	750	710	560	0	0	380	350	0	0	0		
	60	830	740	600	0	0	630	480	210	0	0		
	80												
	120			400					280				
全 体	0	190		0		40		0					
	120												
部 分	0					0	0	0	0	0			
	40												
	60					500	350	0	0	0	0		
	80					560/430	480/130	310/60	0/0	0/0	0/0		
	120					620	520	390	0	0	0		
全 体	0												
	120												
部 分	0		0	0	0		0	0	0				
	40	0			0	0		0		0			
	60			220		0		230					
	80			550		0		510					
	120			330		0		360					
全 体	0	0		0		0		0					
	120												

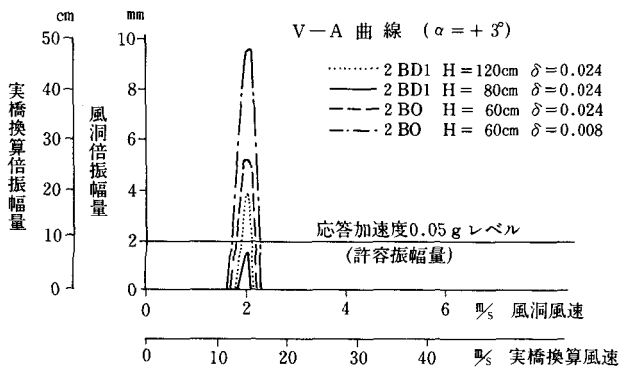
構造減衰率 部分=0.024

自転車道側からの風向

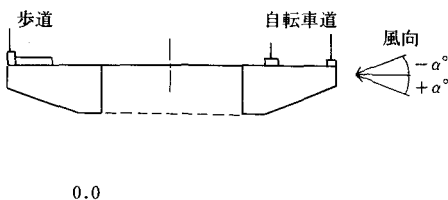
模型	堆雪 H (cm)	1-BOX					2-BOX					検 証 断 面
		+5°	+3°	0°	-3°	-5°	+5°	+3°	0°	-3°	-5°	
部 分	0											
	40	180	180	210	0	0	0	0	0	0	0	
	60	210	100				300	260	30	0	0	
	80											
	120											
全 体	0											
	120											
部 分	0											
	40											
	60					250	0	0	0	0	0	
	80					320	80	30/0	0	0	0	
	120					330	190	50	0	0	0	
全 体	0											
	120											

評価値

※ 数値は、倍振幅量を示す。(単位: mm)



迎角の定義



ダウンした場合まで許容値におさまった。

② 積雪による影響は、耐風上むしろ安全側である。

③ 歩・車道境界高欄の影響は、高欄の有無によらず許容値におさまり、耐風上設置した方が良い。

ロ. 塔の耐風性の検証

① 各架設系において支保工なしで考えたが、いずれの場合でも渦励振は発生しない。

② 閉合後完成系に至るまでの積雪の影響はほとんどなかった。

③ 塔独立時には一部パフティングがみられたが、渦励振は発生しなかった。

3-3 結 論

1) 主桁について

風洞実験に入る前は、1箱桁と2箱桁では既設橋の例からみて1箱桁の方が耐風安定性に対して有利と考えられたが、実験は意外な結果となった。その理由として、

① 2箱桁は主桁上・下面に発生した渦の起振力が相互に打ち消しあっていると考えられる。

② 主桁外側の傾斜が2箱桁の場合、特に渦励振に対して有効な形状と思われる。

③ 主桁自身の振り剛性は、2箱桁で1箱桁の $\frac{1}{3}$ 程度であるが、多索式両面吊りケーブルのため、全体系の振り剛性は主桁自身の振り剛性の違い程低下しない。

等が挙げられよう。

実験結果から総合的に判断して、2箱桁断面の方が耐風性が良好であり、経済性からも優れている。従って、自転車道をマウントダウンした2箱桁を採用する。

2) 塔について

各系に対する実験結果から現設計どおりとする。

お わ り に

本橋の実験は、東京大学工学部橋梁研究室の伊藤学教授をはじめ関係者の皆様方には多大なる御指導・御協力をいただきました。ここに深く感謝申し上げます。工事の方も昭和60年度までに、橋台・橋脚及び塔の施工を終え、塔も独立柱として2基夫々冬・二冬を過ごしてきましたが目下のところ特に変化もない状況です。昭和62年度の中央径間の本架設を目指し、今後とも実験値と現地実測値をチェックすることで無事完工させたいと考えています。

参 考 文 献

- 「十勝中央大橋斜張橋風洞実験報告書」……(株)新農村開発センター
- 「十勝の気象」……日本気象協会帯広支部(昭57.2)
- 「十勝中央大橋と風洞実験について」……堀内勝見・坂井盛二・小林光男
- 「歩行者の特性を考慮した歩道橋の動的設計に関する研究」……松本嘉司・佐藤秀一他

NATMによる道路トンネルの設計・ 施工及び計測について

金 澤 貞 行* 照 井 敏 弘*

目	次
1. まえがき	5.
2. 県道付替工事第3号トンネルの概要	6.
3. 地形及び地質	7.
4. 設計	
	施工
	計測管理
	まとめ
	46
	49
	51

1. まえがき

本トンネルは、国営会津宮川農業水利事業の水源施設として建設予定の新宮川ダムに水没する県道会津若松、南郷線（主要地方道）を付替補償する国と、拡幅改修を計画する福島県との協定に基づく共同工事として、現在 NATM (New Austrian Tunnelling Method の略) により施工されているものである。NATM は、新しい支保部材として吹付コンクリートとロックボルトを主として用い、現場計測管理のもとにトンネルの合理的な工法として昭和51年以来、わずかに数年の間に各地で採用され、いまや普及段階に入っている工法である。本稿では土地改良事業における道路トンネル建設の初めての事例として、本トンネルに関する設計、施工及び、計測について述べるものである。

県道の付替区間は、全延長約3,300m でうちトンネルが2,272m と全延長の約70%を占めている。

付替補償工事を実施する農政局と、拡幅改修工事を実施する福島県との協定により県道付替工事の工区割及び、施工割が、表-1 のとおり決定された。

この第3号トンネルは、第3工区に含まれ、工事の概要は次のとおりである。

第3工区、第3号トンネルの工事概要

幅員	6.0m全幅 (8.5m)
延長	460.6mトンネル工 (456.3m)
道路区分	第3種第4級
大型車交通区分	A交通
計画速度	40km/hr
工事場所	福島県大沼郡会津高田町大字松坂地内
工期	昭和59年12月28日から昭和62年3月17日まで
	(3ヶ年国債工事)

2. 県道付替工事第3号トンネルの概要

表-1 県道付替工事の概要 (基本協定資料)

工 区	施 工	工区延長	トンネル	明り工	橋 梁	そ の 他	予 定 工 期
第 1 工 区	国	310m	— m	310m	—m	— m	S 60～S 61
第 2 工 区	県	1,230	1,046	119	65	—	S 60～S 66
第 3 工 区	国	850	782	68	—	仮設道 320m	S 59～S 66
第 4 工 区	国	530	444	86	—	—	S 65～S 66
第 5 工 区	国	410	—	320	90	—	S 65～S 66
合 計		3,330	2,272	903	155	—	S 59～S 66

*東北農政局会津農業水利事務所

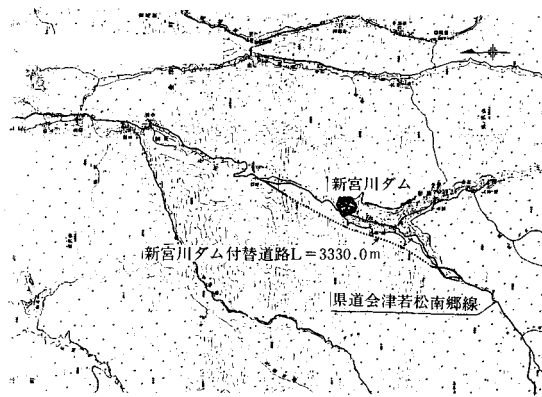


図-1 新宮川ダム県道付替位置図

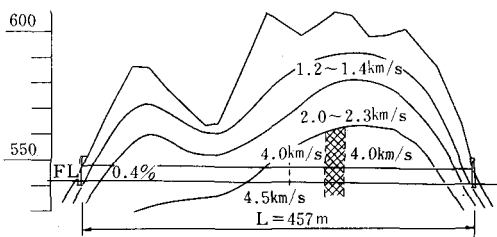
3. 地形及び地質

(地形)

新宮川ダム建設地点の周辺は、標高1,000m級の山々が半円状に連なり、会津盆地北側に向けて次第に高度を減じている。これらの嶺々に源を発する宮川(阿賀支流)は、中小の支谷を集め、会津高田町高橋で盆地に出て、扇状地を形成しながらほぼ北方に流路をとっている。トンネル予定地は、U字谷をなし斜面は、 $30^{\circ}\sim 50^{\circ}$ の急傾斜面をなしているが、岩質や硬さの変化による顕著な差別浸食谷は認められない。宮川沿いの蛇行部には狭小な平坦面を有する段丘地形が見られる。

(地質)

本地域の地質は、基盤岩としては先第3紀(白亜系)に属する花崗閃緑岩からなっている。山麓斜面下部では、未固結な崖堆積物が基盤岩を被覆している。花崗閃緑岩の状態は、風化部の表層から地山深部に向かって次第に亀裂が少なくなり新鮮部に移行している。また、山を下刻する沢部は、比較的新鮮な岩であるが、 $10\sim 30\text{cm}$ 間隔に亀裂が発達している。弾性波深査の結果(図-2)から地質を検討すると、基盤は $4\sim 4.5\text{km/sec}$ の弾性波速度を示し堅硬であるが、No.110付近に幅20m程度の



測点	No100	No105	No110	No115
地質	D ₃ D ₂	花崗閃緑岩		D ₁ D ₂
タイプ	D ₁	C	B C	B C
延長(m)	7 25	174	77 21	106 22 6
	6			13

図-2 地質縦断面図及び NATM パターン図

低速度帯が認められる。また、傾斜や亀裂の状況から目立った湧水はないものと想定された。

4. 設 計

土地改良事業におけるトンネルは、鋼製支保工によって地山のゆるみ荷重を支持する在来工法が多用され、設計積算の基準化も定着している。本トンネルは、複線断面(国鉄)とほぼ同一の内空断面を有しており、現状において一般工法化しつつある NATM との在来工法の比較を行った結果、工期短縮、経済性、耐久性、維持管理面に優れている NATM 工法を採用したものである。

NATM の設計は、トンネルの掘削に伴う周辺地山の応力状態の変化を理論的に求め、応力に適合した支保部材(吹付コンクリート、ロックボルト、鋼製支保工等)、施工方法等を決定することを基本としている。しかし、本工法は、経験から生まれたものであり、計測と地山挙動の観察を行い、その現象を理論で追従すると言った域を出なかったため、統一的な理論体系の整備が行われるに至っていない。今日、国内では日本国有鉄道、道路公団等の機関において基準化がなされているが、トンネルではトンネル断面、支保部材、覆工の設計は、最っとも豊富なデータの蓄積があり、断面的にもほぼ同一である日本国有鉄道の「NATM 設計施工指針(案)」を準用した。本指針(案)による標準支保パターン適用の可否は、表-2における地山分類のⅢN、ⅠN、ⅠLに相当することから基本的に適用を可とし、なお C、D₁パターンにおいてFEM 解析による、変位、支保部材の応力状態の検証を行った結果、地山変位が数ミリ程度であること、各支保部材に作用する応力が小さいことが判明したが、パターン D₁では、トンネル周辺の破壊領域に対し荷重先受け工(斜めボルト工等)の必要性が認められた。

これらの検討の結果、表-3に示す標準支保パターンを決定した。

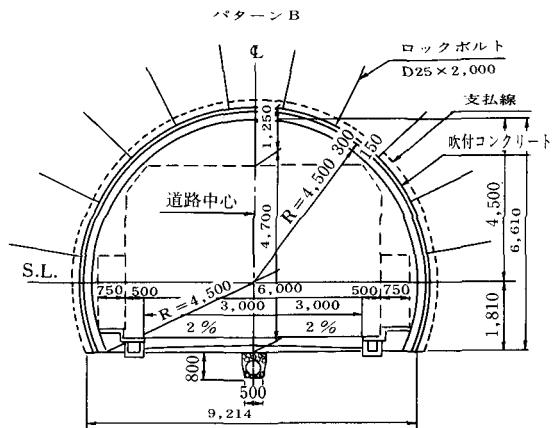


図-3 県道付替トンネル標準断面図

表-2 地山等級と当初設計における設計手法

地山の種類	硬岩	中硬岩	軟岩	土砂		設計条件	
				粘性土	砂質土	一般的な条件	特殊条件 (大断面、偏圧地形、土被りが特に大又は小、地表沈下量の制限など)
一般地山	VN			/	標準支保パターンの適用		類似条件での設計の適用 又は 解析・手法の適用
	MN						
	ⅢN						
	IN						
	IN		IN				
特殊地山	IS		IL		標準支保パターンの適用*		
	特S		特L				

表-3 標準支保パターン一覧表

地山等級	パターン	ロックボルト			吹付コンクリート厚 (cm)	鋼製支保工種別	二次覆工厚 (cm)	インバートコンクリート厚 (cm)	備考
		配置	長さ×本数 (m)	間隔 (m)					
ⅢN	B	アーチ	2.0×8	1.5	10	—	30	—	
IN	C	アーチ側壁	3.0×18	1.0	15	H-125 (上半のみ)	30	—	
IL	D1	アーチ側壁	3.0×10	0.9	20	H-125 (アーチ側壁)	30	45	斜めホルト 3.0m×8本
IL	D2	アーチ側壁	3.0×10	0.9	20	H-125 (アーチ側壁)	30	45	ミニパイプルーブ (φ486mm) 2.0m×24本
IL	D3	—	—	—	—	H-125	60	50	上半開側

5. 施工

NATM は、支保部材として吹付コンクリート、ロックボルトを用いているため、支保効果の発現までは地山の安定が前提となる。吹付コンクリートは湧水に対し弱点をもっている。

したがって、施工は、これらに留意して行わなければならないが、地山の安定上問題となる特異な変状には、表-4のような補助工法の併用で対処することが可能であり地質的な適用範囲も広い。

本トンネルの掘進状況は、図-4に示すとおりである。掘削加背割は、上半、下半（大背土平）とし、ベンチ工法を基本としている。なお、大背は、上、下半の通路として使用している。

(1) トンネル掘削

掘削は、基盤の岩質から発破工法を採用し、余掘り、地山の損傷、平滑面を考慮して、制御発破（スムーズブラスタイング Smooth-blasting）工法としている。

せん孔機械は、油圧クローラジャンボ、ずり処理は、

タイヤ方式によっている。

掘削長は、パターン毎に異なり0.9~2.0m範囲である。

(2) 一次支保部材（吹付コンクリート、ロックボルト）

一次支保部材は、地山劣化を極力抑えるため掘削後速やかに施工する必要があり、本トンネルでは、図-5に示すように掘削後まず一次吹付コンクリートを5cm程度行い、次に、ロックボルトを打設し、二次吹付コンクリートを行い所要の吹付厚を確保している。

吹付コンクリートは表-5に示す配合で、吹付方法は乾式を採用している。

また、吹付プラントを現場に仮設し、所要の品質管理を行っている。ロックボルトは、全面接着型を採用し、定着材はプレミックスモルタルを使用しているが、部分的な湧水孔に対してはセメントカプセルを使用している。

(3) 鋼製支保工、斜めボルトなどの補助的な支保部材

パターンC、D区間は、地山条件から一次支保部材の

表-4 施工中の現象とその対応策(例)

作業管理項目	施工中の現象	対応策 (A)	対応策 (B)
		比較的簡単な変更で済む場合の対応策	比較的大きな変更を必要とする場合の対応策
切羽及び切羽付近の地山	鏡が安定しなくなる。	<ul style="list-style-type: none"> ○ 1 掘削長を短かくする。 ○ 核を残して掘削する。 ○ 鏡に吹付又はロックボルトを施工する。 ○ 鉄矢板, ミニパイプルーフ等を施工する。 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 加背割を小さくする。 ○ 地盤改良を行なう。
	切羽天端で肌落ちが多くなる。	<ul style="list-style-type: none"> ○ 肌落ち防止工(鉄矢板, ミニパイプルーフ等)を施工する。 ○ 1 掘削長を短かくする。 ○ 掘削断面を一時的に分割して施工する。 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 鋼製支保工を入れる。 ○ 地盤改良を伴う。
	切羽部に湧水が出る。または、湧水量が増す。	<ul style="list-style-type: none"> ○ 吹付コンクリートの硬化を早める。(急結剤を増す等) ○ 吹付のための排水処理を行う。 ○ 目の細かいメッシュを施工する。 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 排水工法。(水抜きボーリング, ディープウェル, ウェルポイント等) ○ 地盤改良を行う。
	支持地山の支持力が不足して、沈下が大きくなる。	<ul style="list-style-type: none"> ○ 支持地山をいためないように掘削する。 ○ 脚部の吹付コンクリートを厚くし、支持面積を増す。 ○ 増しボルトを施工する。 	<ul style="list-style-type: none"> ○ ペンチ長を短かくし、早期閉合を行う。 ○ 吹付で仮インバートを施工する。 ○ 地盤改良を行う。
	○ 盤ぶくれが生ずる。	<ul style="list-style-type: none"> ○ インバートにもロックボルトを打設する。 	<ul style="list-style-type: none"> ○ インバートの早期吹付を行う。 ○ ペンチ長を短かくし、早期閉合を行う。 ○ ミニペンチ工法とする。
吹付コンクリート	吹付コンクリートが浮く。または、はがれる。	<ul style="list-style-type: none"> ○ 掘削後、早期吹付けを行う。 ○ メッシュを入れる。 ○ 湧水圧を逃がす。 ○ 増しボルトを施工する。 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 吹付コンクリートの厚さを増す。 ○ 長いボルトを施工する。
	吹付コンクリートの応力が増加し、ひび割れやせん断破壊が生じる。	<ul style="list-style-type: none"> ○ 増しボルトを施工する。 ○ メッシュを入れる。 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 長いボルトを施工する。 ○ 鋼製支保工を入れる。(場合によっては、可縮とする。)

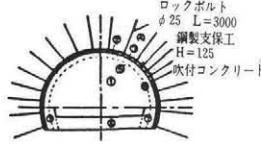
表-5 吹付コンクリートの配合

σ 28 (kg/cm ²)	粗骨材 最大寸法 (mm)	水セメント 比 (%)	細骨材 率 (%)	単位当り使用量 (m ³)				
				水 (kg)	セメント (kg)	細骨材 (kg)	粗骨材 (kg)	急結剤 セメント× 5.5%
180	15	45	60	162	360	1,130	758	19.8

施工順序

1	上半掘削
2	鋼製支保工
3	一次吹付けコンクリート
4	ロックボルト
5	二次吹付けコンクリート
6	大背掘削
7	土平掘削
8	コンクリート巻立

上半：掘削ズリ出し
下半：吹付コンクリート



上半：吹付コンクリート
下半：掘削ズリ出し

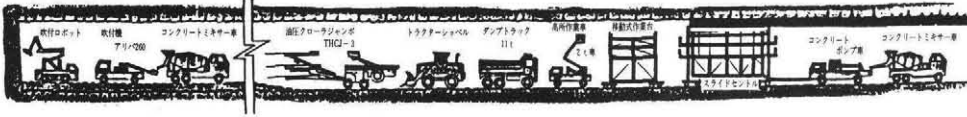


図-4 トンネル掘進状況図 (NATM 工法)

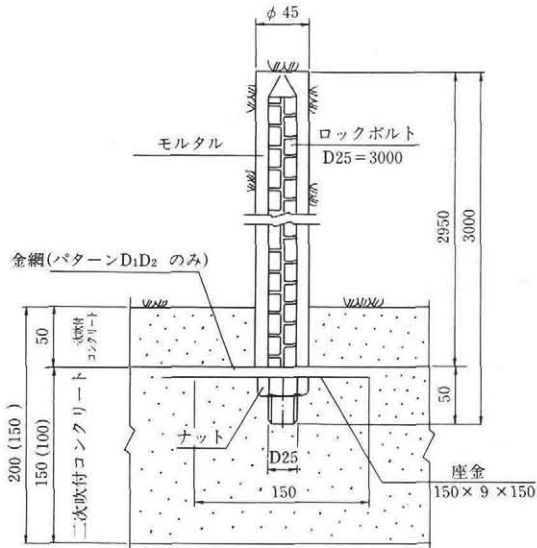


図-5 一次支保部材標準図



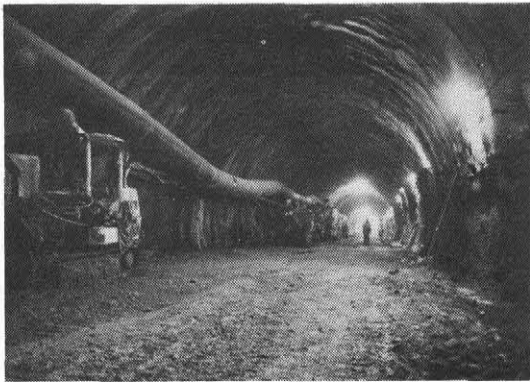
写真-2 吹付機械設備



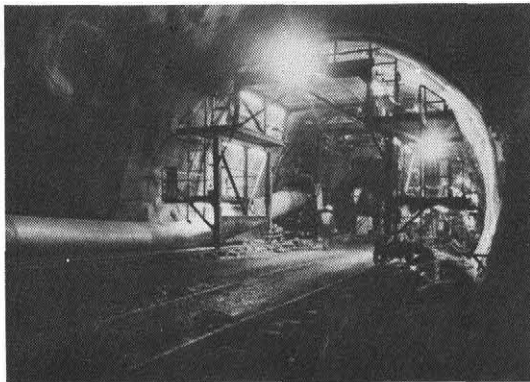
写真-1 吹付状況



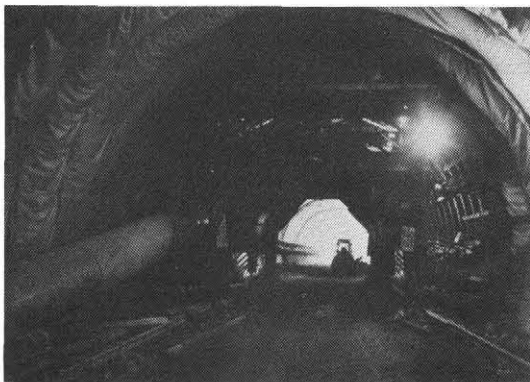
写真-3 ロックボルト削孔状況



写真—4 坑内状況



写真—5 防水シート施工状況

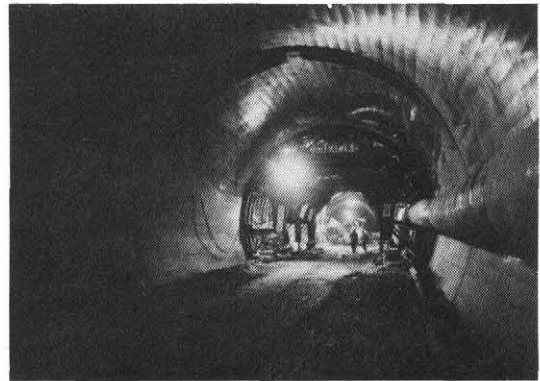


写真—6 防水シート設置状況

効果発現までの間、地山崩壊を防止するため、鋼製支保工（H-125）を施工し、また、土被りが薄く、地山の耐荷能力が期待できない場合又は部分的な崩落防止の場合、斜めボルトを施工している。

（４）二次覆工

二次覆工コンクリートは、一次支保部材の安全率向上、トンネル断面形状の整形、保安上の目的を有しており、一次支保部材によるトンネル変位の収束後、全断面



写真—7 二次覆工状況

覆工（吹上げ方式）で施工している。計測の結果、掘削後1～2ヶ月程度で変位が収束しており、トンネル掘削と併行して覆工を行っている。

（５）防水シート

二次覆工の巻厚が30cmと薄く、吹付面と密着し、コンクリートの収縮変形が拘束されることから、止水と分離又は絶縁を目的として、一次覆工（吹付コンクリート）と二次覆工の間に防水シートを施工している。この防水シートの規格は、ビニールシート0.4mmと緩衝材3mm以上としている。

6. 計測管理

NATMは、地山自身の持つ支持能力を活用するところに最大の特長があり、施工中の地山の挙動等を多角的、継続的に計測管理し、以後の設計施工にフィードバックさせることが重要である。在来工法では、鋼製支保工の変形が起らない限り設計の過少性、過大性はほとんど議論されることはないが、NATMにおいては、地山挙動と各支保部材の効果を把握し、トンネルの安全性と経済性を確保することが可能である。

（１）計測の種類

計測には、日常の施工管理と同様に行う計測Aと地山条件に応じ計測Aに追加して行う計測Bがあり、本トンネルにおいては、表—6の項目について実施している。

（２）計測管理

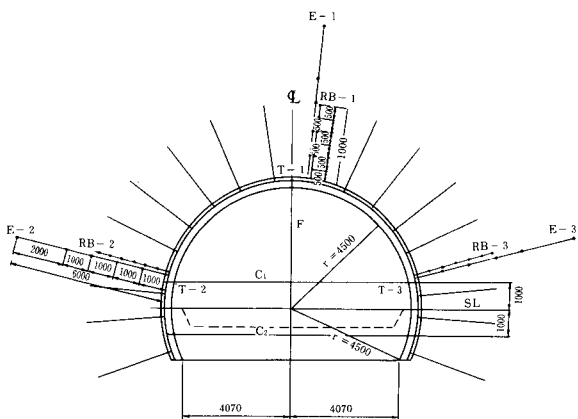
計測Aは、トンネル掘削と同時に計測を実施し、計測点の間隔は坑口部及び土被りが2D以下の場合には10m、ある程度施工が進んだ坑奥部は30mを標準としている。又、計測Bは、トンネル掘削における地山挙動の把握、支保部材の適否の判定に資することから、トンネル掘削の初期の段階において各パターン1ヶ所（B、C、D1）で実施している。本トンネルで行われている計測A、Bの計測図及び測定ひん度は図—6、表—7のとおりであり、計測はトンネルの変位が収束するまで行われている。

表-6 計測計画と目的

	計測項目	計測によって求められるおもな事項
A	坑内観察調査	①切羽の自立性、素掘面の安定性 ②岩質、断層破砕帯、しゅう曲構造、変質帯などの性状把握 ③吹付コンクリート等、支保工の変状把握、④当初の地山区分の再評価
	内空変位測定	変位量、変位速度、変位の収束状況、断面の変形状態により、①周辺地山の安定性 ②一次支保の設計、施工の妥当性 ③二次覆工の打設時期などを判断する。
	天端沈下測定	トンネル天端の絶対沈下量を監視し、断面の変形状態を知り、トンネル天端の安定性を判断する。
B	地中変位測定	トンネル周辺のゆるみ領域、変位量を知り、ロックボルトの長さ、設計、施工の妥当性を判断する。
	ロックボルト軸力測定	ロックボルトに生じたひずみから、ロックボルト軸力、効果の確認、ロックボルト長、ロックボルト径の判断を行う。
	覆工応力測定	一次覆工の背面土圧、吹付コンクリート内応力
	ロックボルト引抜試験	ロックボルトの引抜耐力から適正定着方法、適正ロックボルト長などを判断する。

表-7 計測頻度

経過日数	測定頻度
0 ~ 3日	2回/日
4 ~ 15日	1回/日
16日~	1回/2~7日



パターンC

	計測項目	記号	車両	数量	備考
計測A	坑内観察調査		式	1	
	内空変位測定	C ₁ C ₂	測線	2	
	天端沈下測定	2	測点	1	
計測B	ロックボルト軸力・判定	RB-1・RB-3	ヶ所	3	
	地中変位測定	E-1-E・3	〃	3	
	吹付コンクリート応力判定	T-1-T-3	〃	3	接線、半径方向
	地山試料試験		式	1	
	ロックボルト引張試験		ヶ所	5	

図-6 パターンC標準断面図

(3) 計測結果

本トンネルでの計測の結果をまとめると図-7, 8のとおりであり、施工途中ではあるがこれまでの結果から概ね次のことが言える。

① 計測A (天端沈下, 内空変位)

- 上半切羽通過後10~20m程度で天端沈下は概ね収束している。
- 土平通過直前の天端沈下は、最終変位の50~80%となっている。
- 上半内空変位は、上半切羽通過後20m程度でほぼ一定値に達している。
- 施工に伴う上半内空変位の発生率は、パターンによる差異が認められる。

② 計測B (ロックボルト軸力, 地中変位, 吹付コンクリート応力)

- ロックボルト軸力, 地中変位は、上半通過後10m程度でほぼ一定値に収束し下半掘削による影響は比較的小さく、全体的にはトンネル掘削後早期に安定状況に達している。
- 吹付コンクリート応力も同様の傾向を示すが下半掘削による影響はより小さい。

(4) 計測結果の反映

- ① これまでの計測結果から概ねパターンと変位量との関係は表-8の範囲であり、以後の施工管理に適用している。

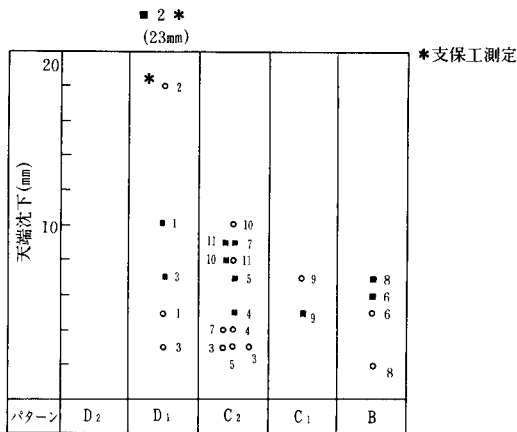


図-7 施工パターンと変位量の関係

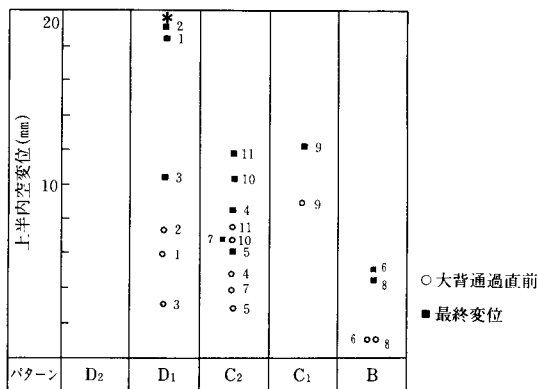
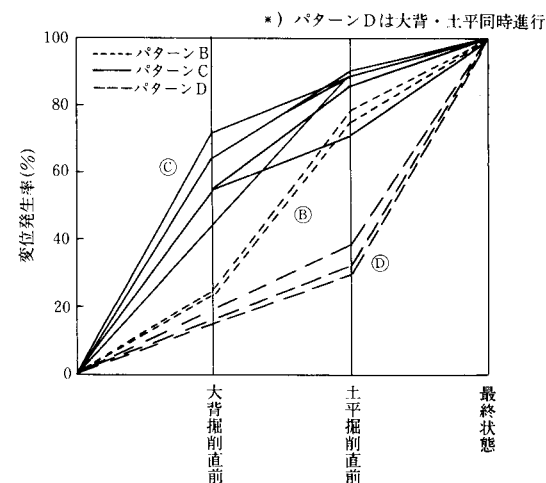


図-8 施工に伴う上半内空変位の発生率 (最終値を100%とする)



② 一次支保部材の応力状態は、トンネル掘削の比較的初期の段階では小さい値で安定しており、切羽付近における崩落等に注意すればトンネルの安定自体問題となることはない。

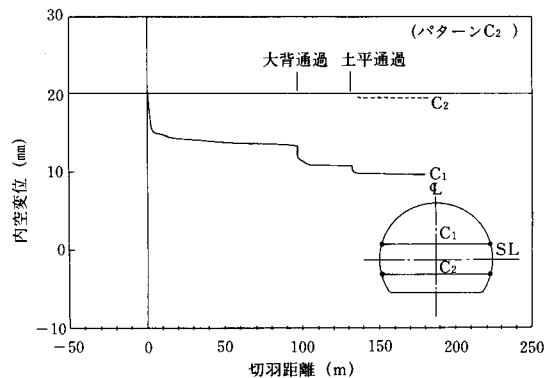


図-9 内空変位の一例

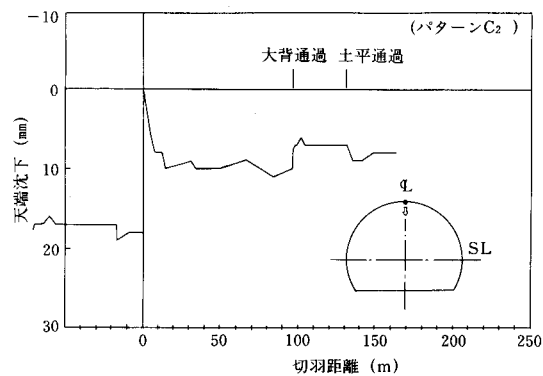


図-10 天端沈下の一例

表-8 各パターンにおける変位量

パターン	内空変位	天端沈下	土被り条件
B	5mm	6~7mm	H=10~20m
C	6~12mm	5~9mm	H=20~40m
D1	10~20mm	5~10mm	H=40m

7. まとめ

NATM にとって、現場計測管理はその工法上の大きな特長であり、トンネルの安全施工、経済性のための最も重要な要素である。NATM におけるトンネルの設計と計測の役割については、図-13のように示されているが、計測管理、施工への反映としての計測体制の定着化は現場担当者にとって最も苦慮するところである。

本トンネルは61年4月現在で全延長(456.3m)の約90%以上の施工を終えている。これまでの施工では、標準支保パターンに追加してパターン C, D1の切羽天端付近の小崩落に斜めボルトを施工したほかは特に補助工法の必要はなくトンネル自体についても特異な変状は認められなかった。トンネルの掘進は平均月進で50m程度と

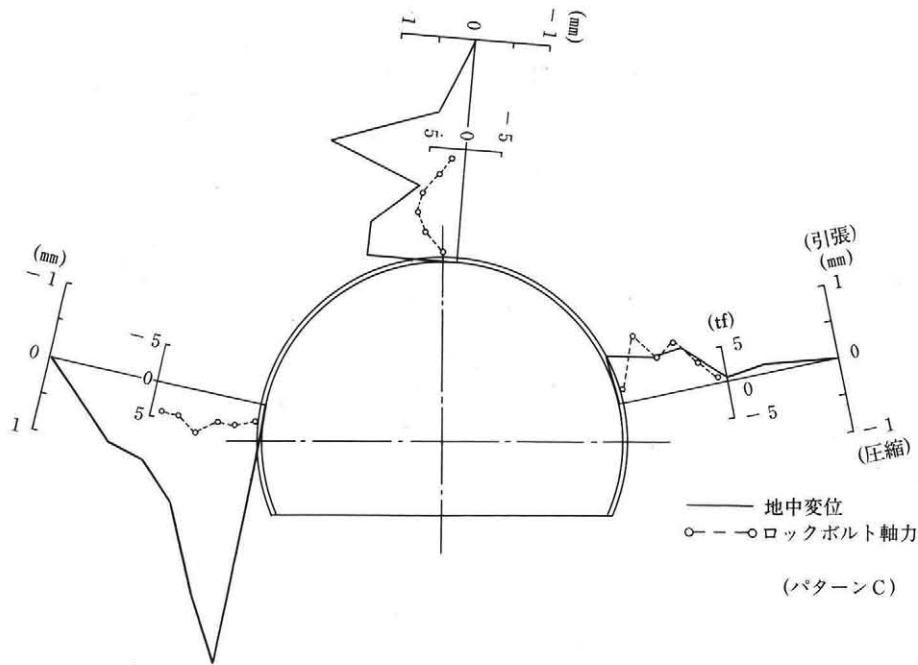


図-11 地中変位とロックボルト軸力（最終分布図）



写真-8 計測状況(1)

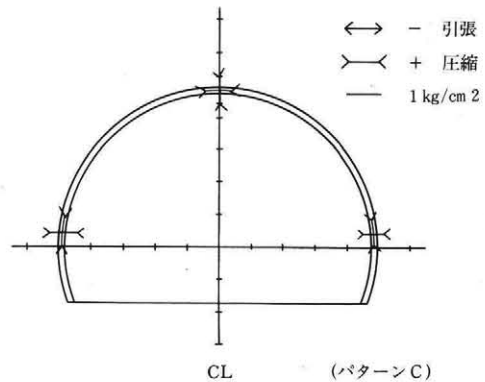


図-12 吹付コンクリート応力背面土圧分布図（最終応力図）

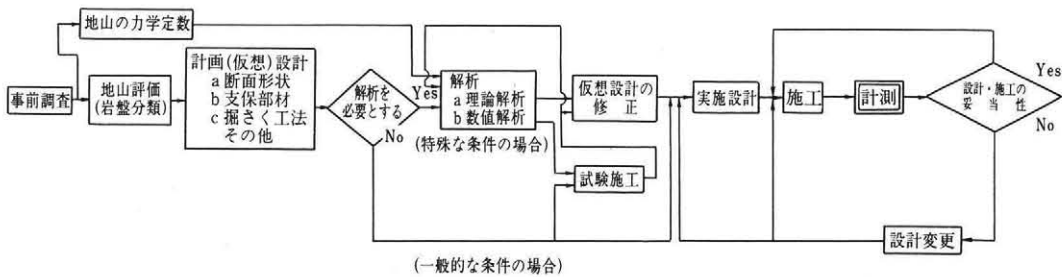


図-13 トンネル設計のフロー・計測の役割

なっており、あと1ヶ月足らずで貫通の予定であるが、これからは坑口付近の施工でありより慎重に対処することとしている。

以上、これまでの NATM 工法の概要を紹介してきた

が、私達にとって全く初めての経験でもあり、今後関係各位の協力を得ながら技術資料の収集を含めて精進していく所存である。

笠野原畑地かんがい事業について

中 島 信 雄*

目 次

1. 概 況……………53
2. 事業経過……………53

3. 工事内容……………53
4. 問題点……………54

1. 概 況

笠野原台地は鹿児島県、大隅半島の中央にあり、高隈山系に源をもつ肝属川と串良川に狭まれた高台で東西約9km、南北約12km、面積約6000haを有し、北（標高170m）から南（標高30m）へ、ゆるやかな勾配（1/80～1/100）をもつ台地である。

地質は、南九州一帯に分布するシラス地帯に属し、厚さ10m～数十mのシラス層の上に、厚さ1.0m程度の黒色火山灰土が覆っている。その黒色火山灰土は「クロボク」「クロニガ」と呼ばれ黒かっ色の軽い土で腐植を多く含むが、透水性が良く養分の流亡等のため極めて農産物の生産性が低い土である。

気候は南海型に属し年間平均気温17°C、年間降雨量2500mmであるが、分布が悪く集中豪雨の多い反面無降水の日が続くことも多い。

2. 事業経過

大正13年 笠野原耕地整理組合が組織される。
昭和2年 上水道敷設事業完了
昭和9年 耕地の区画整理事業竣工
昭和22年 大隅開発調査室を設置、畑地かんがいの構想を策定。
昭和26年 南九州総合開発特定地域指定に基づく農林省の調査はじまる。
昭和30年 国営第1号として畑地かんがい事業採択
昭和31年 農林省笠野原調査事務所設置
昭和32年 笠野原畑かん推進協議会設置（1月1日）
昭和33年 県笠野原畑地かんがい事務局設置
昭和34年 農林省笠野原農業水利事業所設置（2月16日）
昭和35年 笠野原土地改良区設立（11月5日）
昭和37年 水没財産補償交渉調印式（8月20日）起工式（11月6日）
昭和38年 県笠野原畑地かんがい事務局を県笠野原農業

振興事務局に改称

昭和40年 高隈ダム定礎式（2月18日）
昭和42年 台地へ通水（3月18日）鹿屋市東原地区畑かん営農はじまる。
昭和42年 高隈ダム湛水式（6月28日）
昭和42年 県団体営計画変更承認（11月4日）
昭和43年 県、団体営工事はじまる。
昭和44年 約400haに初めて本格的畑かん営農はじまる。
昭和44年 国営工事の完了にともない農林省笠野原水利事業所閉鎖（9月30日）
昭和44年 県高隈ダム管理事務所設置（10月1日）
昭和48年 県笠野原農業振興事務局閉鎖（4月30日）
昭和48年 社団法人笠野原営農指導管理センター設立（5月1日）
昭和56年 社団法人笠野原営農指導管理センター閉鎖（3月31日）
昭和56年 笠野原畑かん営農指導連絡協議会発足（4月1日）
昭和57年 団体営土地改良事業完了
昭和59年 団体営計画変更承認（8月14日）
昭和59年 団体営土地改良事業完工式（10月16日）

3. 工事内容

〔1〕 畑地かんがい事業

(1) 国営事業分

① 高隈ダム

ア 規 模……………表—1, 図—1

イ 水没財産

土地関係……………表—2

家屋建物および世帯数……………表—3

② 用水路……………表—4

③ 揚水機……………表—5

④ 調整池……………表—6

(2) 県、団体営事業分（S56・3現在）……………表—7

〔2〕 農地保全事業（昭和59年9月現在）……………表—8

*鹿児島県鹿屋耕地事務所

表-4 笠野原地区用水路

名 称	延 長	摘 要
地区外導水路	8.5km	うち隧道 5.5km
地区内幹線	54.1km	圧力式管水路
計	62.6km	
揚 水 機	2ヶ所	
調 整 池	4ヶ所	66,000m ³

るので今後畑かん事業を推進するところや、現在工事中のところは、少しでも参考にしてもらえれば大変有難い事である。

(1) 同 意 率

一般的に土地改良事業は $\frac{2}{3}$ 以上の同意があれば申請できることになるが、当地区は国営第1号ということで先進地区の事例等もなく、事業の実施をめぐって地元農家の間に賛成反対の激しい対立があり推進に非常に困難をきたした。

こうしたことから、 $\frac{2}{3}$ 以上ぎりぎりの同意を得て実施

表-5 笠野原地区揚水機

項目 名称	揚水量	揚 程		揚 水 機					
		実揚程	全揚程	型 式	口 径	台 数	型 式	動 力	台 数
揚 水 ポンプ	m ³ /sec 0.39	27m	29m	両吸込	600×450%	1	電動機	280kw	1
				ポリユ	450×350	1		170kw	1
				ート型	350×300	1		120kw	1
加 圧 ポンプ	m ³ /sec 0.61	30m	34m	同 上	400×300	1	同 上	140kw	1
					350×250	1		90kw	1
					250×200	1		60kw	1

表-6 笠野原地区調整池

名 称	かんがい面積 (計 画)	容 量	実施面積	最大放済 時 間	かんがい 地 区	構 造	位 置
ファーム ポンド 1	1,696ha	20,060m ³	1,014.22m ²	24hr	A・B	アスパネル内装	台地北端
“ 2	1,615	28,110	1,129.08	“	C・E	ゴムシート	台地中央北部
“ 3	764	9,040	566.03	“	D	アスパネル内装	台地中央南部
“ 4	732	8,660	379.95	“	F	“	台地東部
計	4,807	65,870	3,089.28	“			

表-7 笠野原地区県、団体営事業

	工事区分	延 長	事業費	ha 当 事業費	S55まで の 進 度	負 担 区 分			事業年度
						国	県	地 元	
県 営	支 線	km 70.4 (A P)	千円 878,849	千円 173	% 100	% 50	%	%	S 42~55
団体営	分 線	556.8 (A P・V P)	1,317,940	408	72	45			S 43~55

表-8 笠野原地区農地保全対策

事業種別	地区名	事業量	事業費	負 担 区 分			事業年度
				国	県	地 元	
シラス対策	笠野原	排水路81,459m	1,218,961千円				S 35~45
関連農道	笠野原	道路 56,881m	445,990				S 39~45

表-9 笠野原地区事業費の内訳

区 分	事業費	工 期
国 営 事 業	4,636,790千円	S33年度～ 44年度完了
県営かんがい排水事業	878,849千円	S42年度～ 55年度完了
団 体 営 事 業	1,317,940千円	S43年度～ 57年度完了
計	6,833,579千円	
県営農地保全事業	1,664,951千円	S35年度～ 45年度完了
合 計	8,498,530千円	

に踏切った訳であるが、裏を返せば、近くの反対者がいたということになる。場所によっては反対者の方が多い地域も多数あったのが実情である。そこで受益農家に直接関係があり又経費の一部を地元が負担することとなる末端の団体営工事については、同意率の状況に応じて工事を施工する方法がとられた。つまり同意面積が50%以上のところは配管工事を施工し、50%未満のところは施工しないという方法である。(図-2参照)

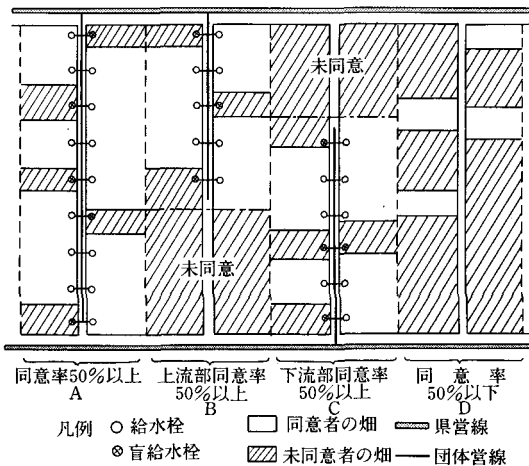


図-2 昭和46年度以後の団体営工事
施工基準の例

この図からも分るとおり虫食い状態のままでも当地地の畑かんは完了したのである。その為作物の集団化は難しく、又事業の賛成者の土地に対しても水が来ない等の問題が発生している。最近の畑かん事業は同意率95%以上を目標に推進しているのでこの様なことはないと思うが畑かん事業における高い同意率確保の必要性を如実に示す事例となった。

(2) 防霜用水

最近の一例として茶団地に防霜かんがいが普及し始め当初計画では6haをかん水の1ローテーションブロックとし、そこに3セットのスプリンクラーを配置している。そのため茶の集団化が進んでいる所は一斉に散水すると水圧の低下が生じ十分な効果が発揮できなくなって

しまう。その対応としてスプリンクラーを節水型に切換えたり配管を複線化(バイパス)したり、防霜のない他の給水栓より導水したりしているが、他への影響等色々問題があり現在その対応策について検討中である。参考までに当地の現状を報告すると茶園は計125haあり全面積に防霜かんがいを導入している。通水量及び散水可能面積は上記に示すとおり、6haに3セット(1セットで10a散水可能)の施設が設置してあり、それに応じて通水量も計算してあるので、30aが限度となる。

しかし防霜のかん水量は3mmを計画しており、これは一般作物の約半分の散水強度の為60aまで可能となる。それでも現在の施設での散水可能面積は約10%である。

(3) 継手の破損

国営工事を完了して10数年経過しており耐用年数が来たかどうかは定かではないが最近特に継手の破損がひどいようである。特にカーブ箇所が問題である。一部には不等沈下による破損も見られるが、管の強度自体も不足している様な気がする。

数年前だったが、“笠野原台地で鶏が溺死”という一瞬耳を疑う様な事件が発生した。海岸や河川附近ならまだしも、台地上での溺死である。これも上記破損の一環である。又事業実施当時は地上権の設定もなく、より経済的ということ直線的に配管している。その後地主が埋設管の上に建物を建て、住居としている所も見られ、いつ破損するかと冷や汗の毎日である。一日も早く施設再整備を急ぐ必要がある。

(4) 魚貝類の発生

畑地かんがいの効率的実施のため昭和56年より畑かん営農指導連絡協議会が発足し、その下部組織に4つの専門部会(我が農業土木技術者が中心となっている水利部会もこれに属している)を設置し、より効果的な水利用を目指し活動を行っている。

先日、茶の防霜かんがい時期を前に、関係者全員が集まり一斉にスプリンクラーによる散水テストをしたが、水の飛び方が悪いのが半数近くあり、不思議に思い点検してみると、しじみ貝や、小魚の死骸が詰まっていた。又過日2号ファームボンドの密閉状態が悪いのでファームボンドを空にして調べてみたら大人の手のひら大の貝が挟まっており、取り除くのに大変苦勞した次第である。しかしこの時は、池内の鯉や鮒、ブラックバスまで収穫し大きいもので50cm位あり、酒の肴に化けた訳であるが、将来管を詰まらす予備軍がこんなにいるとは大変驚いている。卵や小魚の時、管に入り込みそのまま管内で成長して50cm程度まで大きくなったのも先日見かけた。自然の水を利用しているのでこういう現象が起こるのであるがまさか魚も死ぬ様な水を植物に散水する訳もいかず毎日苦勞している状況である。妙案が御座いましたら一報下されれば幸いです。

省力化が進む散水かんがい

千葉 孝*

目 次

1. はじめに……………	57	4. 各設備費用、労務費、機能等の比較……………	67
2. 散水かんがいと省力化の必要性……………	57	5. おわりに……………	69
3. 機械化システムの概要……………	58		

1. はじめに

近年、世界的に散水かんがいが非常な勢いで普及しつつあるが、この進展を大きく支えているのは散水かんがいの効率の良さと、その機械化が急速に進み中には全自動化に達しているシステムもありかんがい作業の省力化が著しい事である。

大規模な畑地農業を展開する北海道でも、そのかんがい計画面積は約15万haに達しており、また、都府県においても相当の面積が計画されている。しかし、畑地かんがいの定着と発展には散水施設費の低減はもとより、可能な限りの省力的な散水かんがい方式の導入が重要な役割を担っていると考える。

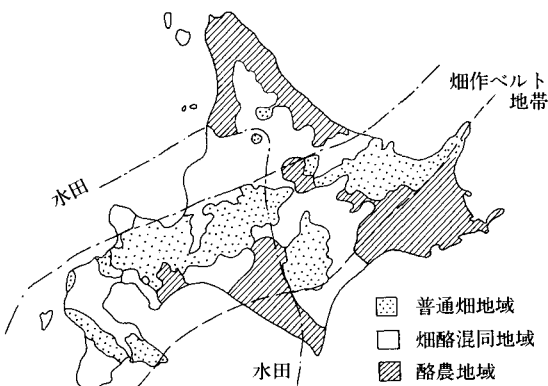


図-1 営農類型による地域区分

我が国では未だ人手を主にするシステムが主流を占め、機械化されたシステムは一部にコピーがある程度で、本格的な開発が望まれる。このため、現在欧米で活躍中の機械化スプリンクラーについて特徴を主にしてその概要を紹介する。

システムの中には、生産量を伸ばすもの、開発当初のまま生産が停滞しているもの、それぞれあるが棄てられ

*北海道農業土木コンサルタント(株)

たアイデアが蘇ることも多く、また、我が国の実情に適応しないとみられるものもあるが、これからの我が国にはアイデアのみでも参考となると考え見聞したまま述べる。

2. 散水かんがい省力化の必要性

散水かんがいは、圧力水をスプリンクラー類を用いて噴射させ、作物に雨のように散布するものである。

この方法は、ウネ間や畑一面に水を流す地表流下かんがいと異なり、カン水量の調節が極めて容易であり、水の無駄が少ないので、1950年頃より大変な勢いで普及している。しかし、広いホ場にかんがいするためには、全体を覆うだけのスプリンクラーを揃えるか、一定の数にしぼり、これを次々と移動していくかどちらかである。

前者は固定式となり、沢山のスプリンクラーを揃えるのに大きな費用を必要とすると同時に、耕作上支障となることも多いので、一般に後者の移動方式、即ち一定数のスプリンクラーを断続的または連続的に移動させていくシステムがとられる。この移動、設置の作業を人手ですると1回のかんがい作業でおよそヘクタール当り2～4時間の労働を必要とし、しかも泥濘の中での単調な繰り返し作業となりがちである。

また、かんがい労力は一般の農作業の中から生み出さねばならず季節的にも集中化するため、雇用労働力に頼らねばならないことが多い。

北海道についてみると、図-2、3に示すとおり短い夏を精一杯利用して農業が行われており、しかも大切な降雨量は我が国の最低を示し、気温とともにその変動も大きい。また畑作地帯には地力と水分特性の劣る火山灰性土が広く分布し、大規模な輪作体系がとられるため、表-1に見られるようにその栽培管理も極めて厳しいスケジュールを強いられ、高性能の農業機械を投入してもなお季節雇用労働力に頼らざるを得ない実態にある。このため、畑地かんがいの有効性が判っていても労働力の面か

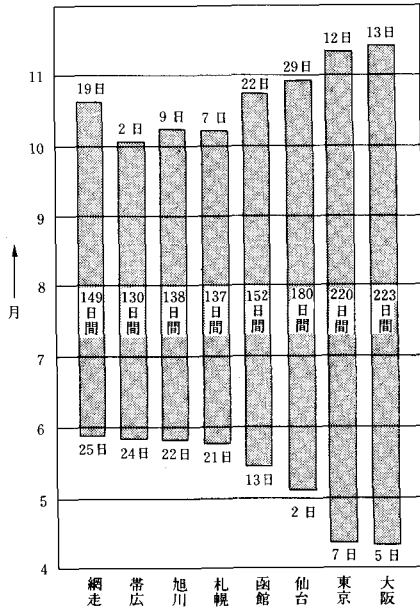


図-2 農耕期間の比較

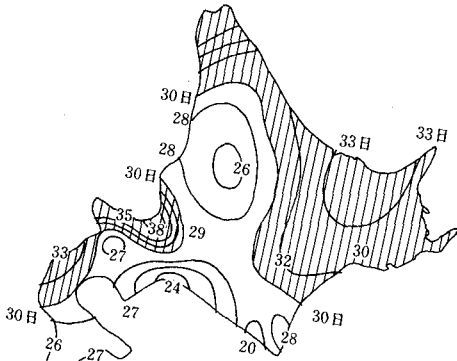


図-3 確率1/10夏期連続干天日数の分布

表-1 栽培管理作業予定表

作物名	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
てんさい	○		●	●	●	●		
ばれいしょ			●	●	●	●	●	●
スイートコーン			●	●	●	●	●	●
だいず (中生種)			●	●	●	●	●	●
あずき (中生種)			●	●	●	●	●	●
菜豆 (金時)			●	●	●	●	●	●
(中生半慢性種)			●	●	●	●	●	●

注：● 防除（除草剤散布及び防除後は少なくとも24時間以内のかん水はできない）

○ 培土

— 播種、定植または収穫

ら導入の困難なことが多いので、可能な限り省力的なかんがいシステムの開発導入が必須となる。

3. 機械化システムの概要

3-1 機械化システムの種類

散水システムの中で最も人手がかかるのはスプリンクラーユニットと送水パイプ類の移動である。

このため、世界中ではこの省力化のため30年程前よりポリエチレンパイプ、油圧モーターなど新材料の導入や、様々な工夫を凝らした機械化が試みられ、多種多様の機械化スプリンクラーシステムが開発されており、更に節水、省エネを含めた完全自動化システムを目指し、研究が進められている状況にある。

現在、各種のスプリンクラーの移動方法に採用されている機械化システムは次に示すとおりである。

- i トラクターなどを用いケン引、または積込み移動する方式
- ii エンジンを搭載し、散水中は一定位置に停止、散水ポジションを変える時は断水し、エンジンを利用して移動する自動走行式
- iii 水力(ピストン、タービン)、エンジン、モーター等を装備、自動走行しながら散水するが取水位置を変える時は断水し、トラクターなどの補助をうけるか自装動力で移動する自力推進式
- iv 連続走行しながら散水する全自動式

3-2 各種システムの概要

1) 車輛運搬移動方式

A. 積込み運搬式

スプリンクラーセットを移送する機械化の第一歩は、トラクターなどの車輛による積込みとケン引の2つの方法がある。積込み運搬する場合は、硬質パイプとスプリンクラーまたはガンを特殊トレーラーに積み、トラクターでケン引する。また、可とう性パイプの場合は一般にドラムで巻き込んで運搬する方法がとられる。(図-4参照)

I. ケン引移動式

スプリンクラーのついたラテラルラインやガンに、スキッド(滑板)または車輪を固定し、これをトラクターなどにより機械的にケン引移動する方法で、その都度、一般農作業のトラクターが転用されることと、ラインごとトラクターが移動するので、ウネ巾、作物の高さが制約されたり、専用の通路が必要となる等問題があるが、様々な工夫が加えられ現在でもアメリカ、オーストラリアなどで広く使用されている方式である。

① ラテラルケン引式

この方式は、スプリンクラーの付いた硬質または半硬質パイプをそのままトラクターでケン引移動するもので、1ライン400mに達する。パイプ継手には移動のため、送水を中止すると自動排水で軽くする自動排水ロックや、パイプを地上より浮かし移動摩擦を防ぐスキッドや、

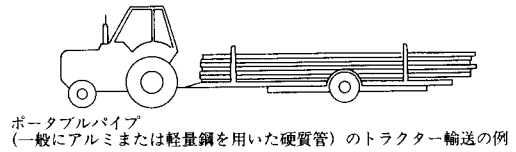
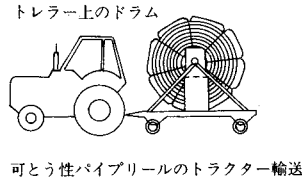
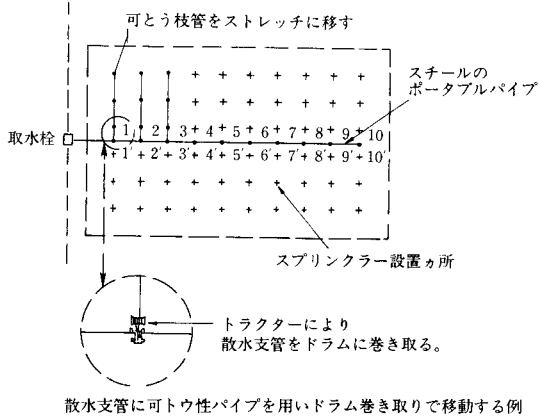


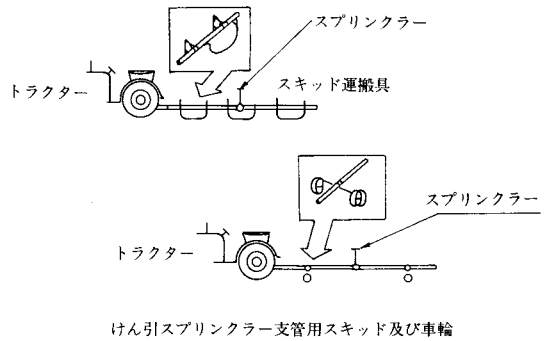
図-4 積込運搬方式

2輪車に取り付けられている。

更にパイプの摩耗を防ぐため、スキッドや車輪取付けカ所を中心に、パイプをアーチ状にしたもの、2~5年ごとにパイプを管周方向に回転使用するものなど工夫されている。

ポジションの移動はカーブを大きくとらねばならないので、パイプガイドを設け送水本管を中心にS字状に行うが、30~60mの移動用地が必要である。

設備コストについては、手動式の1.5倍、サイドホイールロールの50%程度とみられる。(図-5, 6, 写真-1参照)



けん引スプリンクラー支管用スキッド及び車輪

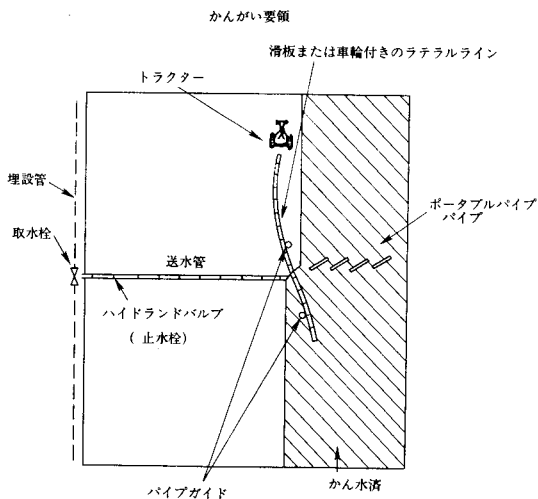


図-5 ケン引方式 (ラテラル)

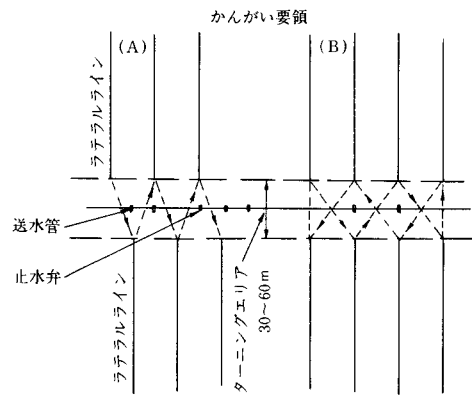


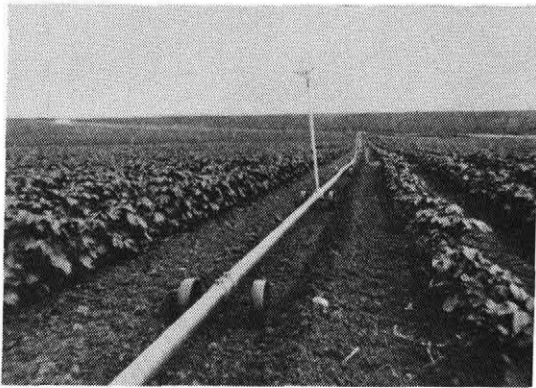
図-6 トラクターけん引方向転換例

の不整形ホ場に向いており大規模な農業地帯では広く用いられている。

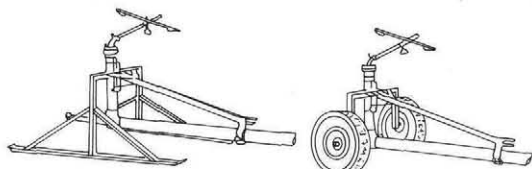
設備は、スキッドや2輪車にガンを搭載するだけである。このシステムとしては、止水栓からガンまでのポータブルパイプ50m分を積込むトレーラーと散水直後の畑地へトラクターを直接入れなくても良いように、ケン引ケーブル及び巻き取りウインチのついたトラクターがセットされているのが望ましい。

② ガンケン引式

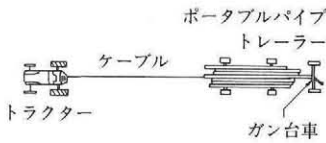
ガンケン引方式は、ラテラル方式に較べ散水の均一性が多少劣るが、最も簡単で安価な機械化で粗放栽培作物



写真—1 トラクターけん引用車輪付ラテラル



けん引ガン用スキッド及び車輪



トラクターけん引システム

図—7 ケン引方式(ガン)

この方式は、自動推進式ガンと較べha当り設備費は約50%と低いが、1回のかん水作業労力は2.5倍となるので、かん水回数の多い場合は不利である。(図—7参照)

2) 自動走行方式

ア. サイドホイールロール

このシステムはアメリカで開発された自動化の最もシンプルなものでスプリンクラーの付いたラテラルに車、即ちホイールを付け、エンジンにより機械的にライン全体を転がして移動していくタイプである。

散水支管となるホイールロールは、両端に特殊な連結装置のついた口径5~10cm、長さ12~15mのパイプに送水と車軸を兼ねさせ、スプリンクラーと車輪を付けたものを1ユニットとしており、ホ場の長さに合わせて10~50ユニットを連結し、1つのラテラルラインを作る。このラインの中央または左右いずれかの端部にムーバーと呼ぶ5~7HPのエンジンの付いた4輪の駆動装置を組み合せる。

散水は車軸兼用のラテラルパイプ端にメインパイプからホースを継ぐとスプリンクラーが稼働する。送水を停止すると自動的にドレーンコックが作用し、パイプ内の水が排水され、車軸内が空になるので10~20m離れた次

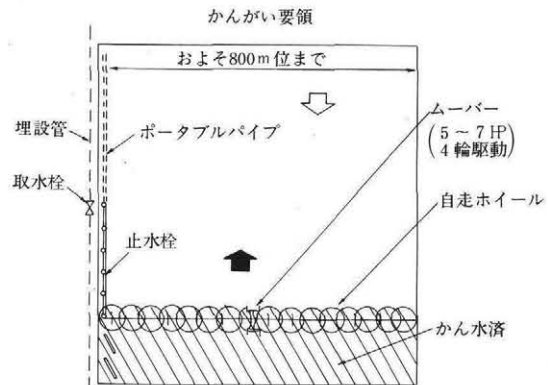
の散水ポジションまでエンジン駆動により、ラインと直角方向に走行させていく。これを繰り返す、ホ場の端に着いたら次の散水のためスタート点にムーバーを使って空戻りさせていく。

このように、一直線上のラテラルラインを自動走行させるので矩形形のホ場に向いており、散水後に移動させる断続移動タイプで、ha当りおよそ20~50分位の人手がかかる。このためラテラル即ちウネ方向に長いホ場の方が移動回数が少なく、一般には400m程度であるが平坦地ではおよそ800m程度まで使用している。

スプリンクラーは、かんがい強度5~10mm/hrの小型が用いられ、車輪がどの様に回転しても自立する。形の変ったホ場でもホイールユニットを取り外したり、継ぎ足したりして形に合わせていくこともでき、波状地形でも使用できるが、トウモロコシの様な背の高い作物には不向きなこと、ホイール走行による作物の潰れを少なくするため、ウネと直角に走行させるので、余り高いウネの場合は走行性が悪くなる。

他のホ場に移動させる場合は、ライン全体を別カートに載せトラクターでけん引するか、ホイールラインごとに分解運搬するかをしなければならないので、ホ場間の移動は避けたい。

なお、ウネと直角に移動するので、車輪による作物の



図—8 サイドホイールロール



写真—2 かん水中のサイドホイールロール

傷みが懸念されるが、5～10日ごとの通過で走行位置もその都度少しづつずれるので殆んど影響はない。(図-8, 写真-2参照)

イ、サイドムーブラテラル

このタイプは、テキサス生れの通称「トライマチック」と呼ばれ、サイドホイールロールと似た方法でかんがいホ場を断続的に移動するものである。

サイドホイールロールと大きく異なる点は、水を通すラテラルパイプが車軸の働きをするのではなく、車輪の付いた小さなA型フレームのホイールローラーに載って運ぶことである。この場合、エンジンはパイプとは別のシャフトを回転させ、トランスミッションギアを経て車輪を回転させる。

先述のサイドホイールロールは、隣りのホ場に移る時、車軸方向への移動は分解するか、特別なカートに載せてトラクターで運搬するが、このタイプは車輪が90度に回るので、そのまま散水支管方向に自走できる。

送水用のメインパイプは、口径約18cm、長さ120～640mまで各種あり最も普及している標準タイプは、供給水圧4.5kg/cm²、長さ400mのメインパイプから通称「スカート」と呼ぶスプリンクラーが10個程付いた長さ110mの散水支管を10mごとに取付け、一度に4.5haをかん水す

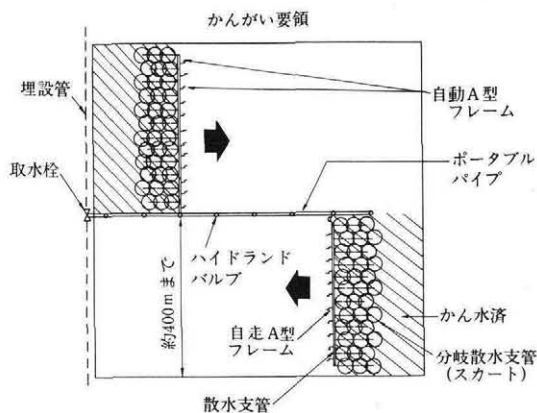


図-9 サイドムーブラテラル

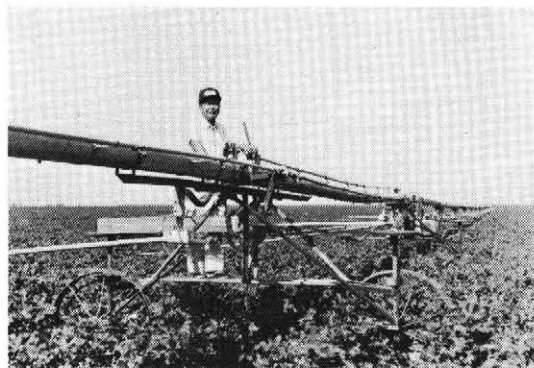


写真-3 サイドムーブ

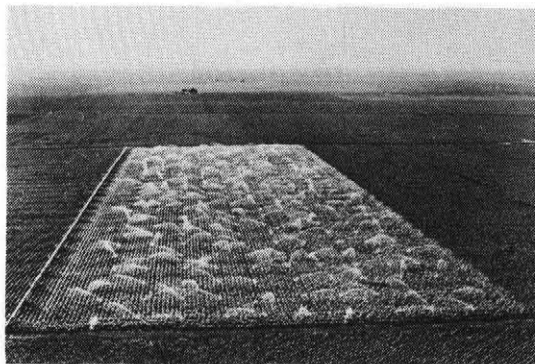


写真-4 散水中のサイドムーブ

る。かん水を止めるとサイドホイールロールのようにパイプ内の水は自動排水される。また、次のかん水地点に移動する時は16HPのエンジンムーバーで時速約300mで自走する。

走行面は、メインパイプにスプリンクラーを直接つけたタイプはかん水されたホ場面となるが、スカートタイプは後方に散水されるため、常に乾いた所を走行することとなる。(図-9, 写真-3, 4参照)

3) 自動推進方式

ア、ラテラルムーブ

センターピボットと外形規模は似ているが、ピボットの円形回転移動のかんがいに対し、直線状にかんがいしながら連続移動し、全ての矩形ホ場に向いている。このタイプは短冊型の散水なので、後述のピボットより均一な散水ができ、供給水圧は2.5～4.0kg/cm²でも十分であるが、一方に前進、後退するのでホ場の端まで1回のかん水が終るとスタート点に空戻りしなければならず、ピボットのように連続かん水はできない。ラテラルの長さはおよそ90～900mまで対応でき、速度は150m/hrまで自由選択され、1走行は1600mまで可能である。中央または端部にディーゼルエンジンによる発電装置とポンプがトレーラー(駆動装置)に搭載され、ソリッドステート感知器により、2～3cm以内の振れで前後進する。

このタイプの取水は、開水路が主であるがフレキシブルパイプや埋設管路から自動取水するなど各種がある。また、スプリンクラーも主管に装置されたものから、かん水高さを自由に変えられる分岐ブームを備えた低圧かんがいシステムなどもあり、コンピューター制御も行える。

この施設は、一般に数百mの規模をもつので、センターピボットと同様ホ場間の移動はしないが、一部の国ではスパン30m程度の小型のものも開発され、ホ場間の移動を行うことができる。(図-10, 11, 写真-5, 6, 7参照)

イ、ガン自動推進式

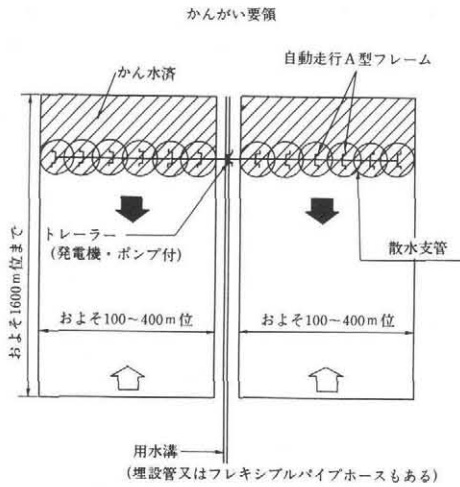


図-10 ラテラルムーブ

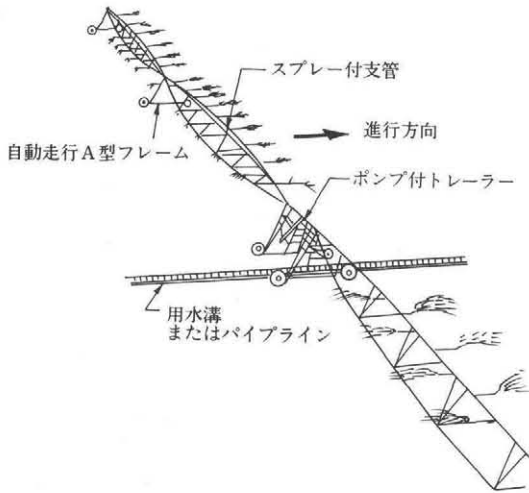


図-11 ラテラルムーブ
(トレーラー両側かん水タイプ)

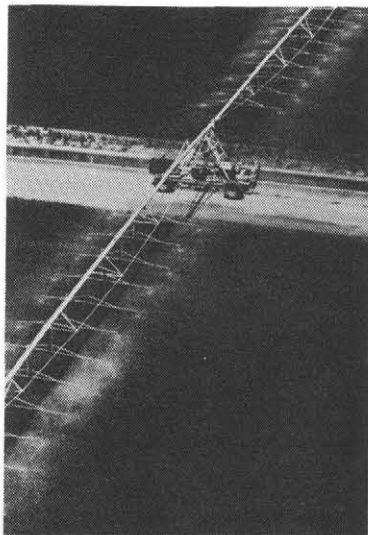


写真-5 かん水中のラテラルムーブ

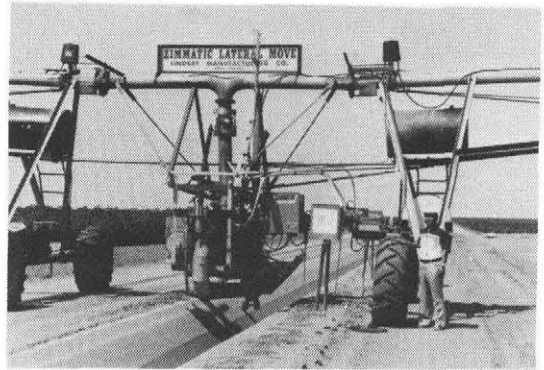


写真-6 水路取水用ラテラルムーブトレーラー

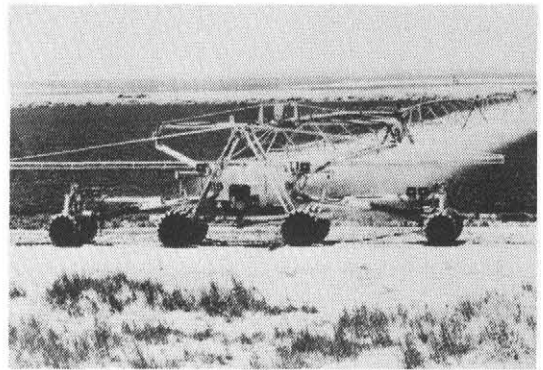


写真-7 パイプ取水用ラテラルムーブトレーラー

① トラクター搭載型式

これは、トラクターに取水ポンプとガンスプリングラーが装着されている。一般に用水溝からポンプアップして用いるので、スルースゲートでセキ止めされた用水溝の延長分の区間のホ場が連続散水の対象となる。

このタイプは図でも判るとおり、1回の散水は用水溝の片溝のホ場のみの散水となる。また、送水に埋設管を用いる場合は取水栓位置ごとに停止してかん水するので断続かんがいとなる(図-12参照)

② 溝案内型式

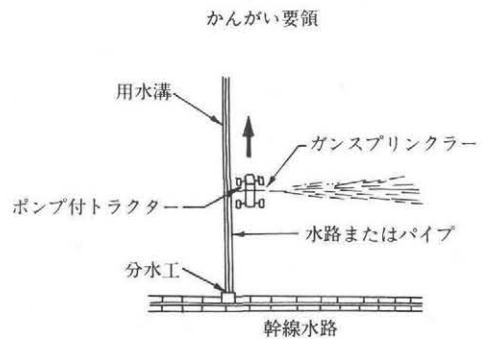


図-12 トラクター搭載方式

このシステムは4輪トレーラーのことが多く、パイプ巻き取り用ドラムと散水ガンをトレーラーに搭載し、送水されている圧力水の一部を利用し、水力モーターを作動させて自動的に散水走行する。

方向性はコンタクト・シューの作用で溝沿いに移動し、コンタクト・シューの支持アームが減速補助装置の作用で駆動輪の前進方向を修正する。

なお、本システムは前進中パイプを解きながら散水するので、散水の終了時はトラクターのP.T.Oをドラムに入れ、パイプを取水栓から外して巻き込まねばならない。(図-13参照)

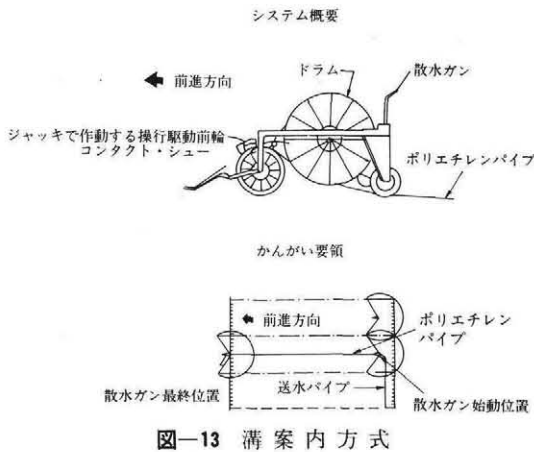


図-13 溝案内方式

ウ. パイプ案内型式

この型式のシステムは、散水ガンとホース巻き取りドラムが同じトレーラーに取り付けられており、送水管は取水栓近くで固定され、取水栓に接続している。

ドラムは前例同様ジャッキやタービンで回転するが、圧力水が入るとドラムの回転でパイプを巻き取り、取水栓側に移動しながら散水を行う。次のポジションにはトラクターでドラムからパイプを解きながらドラムをホ場端におき、かん水を開始する。(図-14参照)

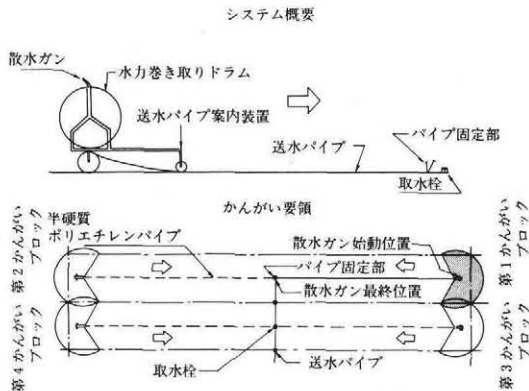


図-14 送水パイプ案内式

① ケーブル、ケン引式

このタイプはトラベリングスプリンクラーとも呼ばれ、スプリンクラーと誘導ケーブルの巻き取りドラムが付いた台車が、水力タービンでアンカーされたケーブルを巻き取りながら散水中のスプリンクラーを移動させていく。スプリンクラー車は非常に安定しており、起伏の大きいホ場でも十分適応するが、ホースを環状にひきずるので走行用地が必要となり、一般畑より草地に適する。

1回の走行長さは、ホースの長さから300mまで自由に選べ、止水栓を中心に左右最長600m程度まで自走するが、1ラインのかん水を終え、次のポジションに移る時は、ホースから水を抜き台車に付いたコンパクトリールに巻き取らねばならない。このホースは一般に平ホースが用いられる。(図-15参照、写真-8参照)

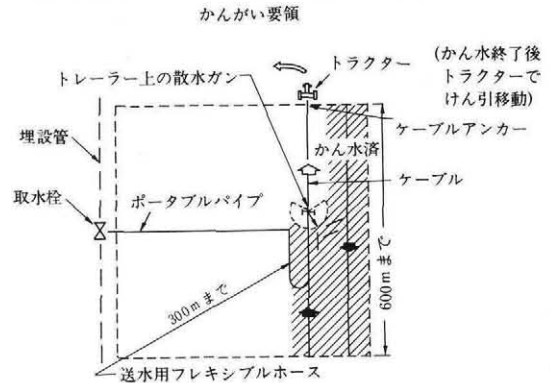


図-15 ケーブルケン引式

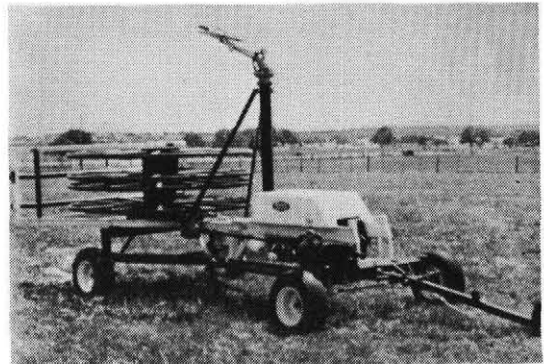


写真-8 ケーブルケン引式ガン

② パイプケン引型式

ガンスプリンクラーを送水を兼ねた1本のフレキシブルなポリエチレンホースでリールに巻き取り、たぐり寄せながら散水する散水機は、今からおよそ15年程前オーストリア、フランスなどで同時に開発改良されたもので、いろいろなホ場への適応性と省力化が高いため、西ヨーロッパを中心にアメリカまで著しい普及を見せている。

この散水機は、ホースの巻き取りドラムが丁度釣道具のリールに似ているところから、英語でリールマシン、

仏語でアンルーラーと呼ばれており、我が国にも10年程前から網走方面に導入され活躍しており、最近は国産でもコピーが出始めている。

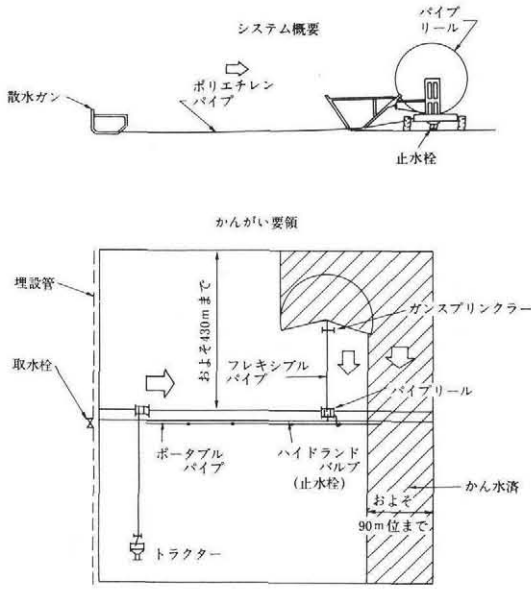


図-16 パイプケン引式

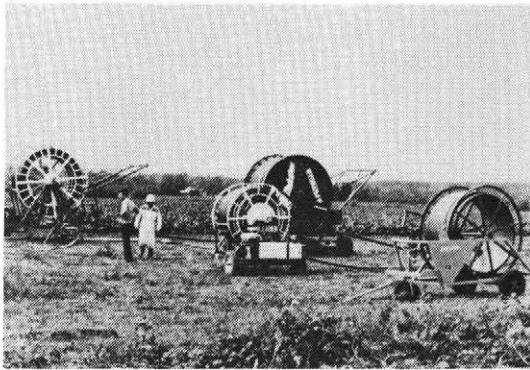


写真-9 各種のリールマシン

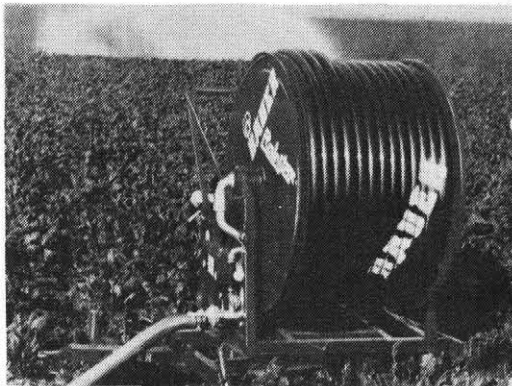


写真-10 オーストリア製リールマシン

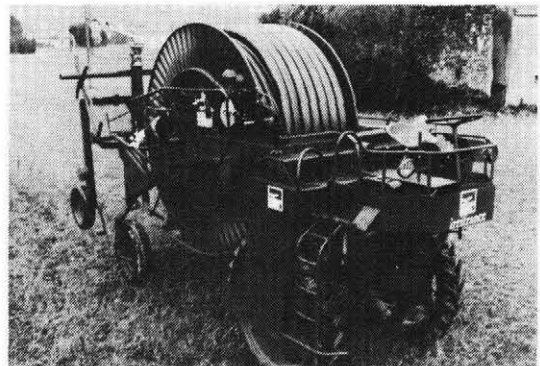


写真-11 フランス製のセルフタイプのアンルーラー

このタイプは、各メーカーとも口径3~10cm、長さ60~400mの各種のポリエチレンのフレキシブルパイプを用い、1回のかん水面積がおよそ0.3~0.6ha位までの機種が作られ、様々なホ場や作物への選択が容易になっている。

このシステムの労力はおよそha当り15~30分で済み、本体移動も機動性が高く散水スピードの可変がよく効くので、風害防止や強い日照りで早く散水したい時など大きな威力を発揮する。

散水の水滴はガンのため一般スプリンクラーより大きく、1時間に10~20mの高い散水強度をもつ。傷みやすい作物や生育初期用として軟らかい散水が必要な場合は、小型スプリンクラーを2個以上取り付け、使用圧力も低く押えたブームトラローに取り換えることもできる。

北海道の例では、30haの植民区画の中央にある農道に巻き取り機を据付け、長さ250mのパイプ先端に付いているスプリンクラー台車をトラクターで区画の端まで運びトラクターは離れる。次に、送水パイプと巻き取り機についた給水口を連結してバルブを開くと、ガンが勢いよく散水を始めるとともに、水力モーターまたはピストンで巻き取りドラムが少しずつ回転して、ホースを引き寄せながら巻き取っていく。ガンは後ずさりするように半円状に散水し、ドラムのそばに来ると自動的に停止、散水も止る。この時のスピードは毎時間0~80mに変化させられるので、水を厚くゆっくり撒いたり、薄く早く撒いたり自由になる。

区画の一方の散水が終わったなら、巻き取りドラムを180度回転させてガンを反対に区画のスタート点に向けて同じように導き、再び巻き取り機に通水して散水する。この間の人手はセットする時とポジションを変える時にトラクターの補助をうけるだけで、後はすべて自動的にかん水作業が行われる。

この散水機は、10度位の傾斜でも十分使用でき、整形なホ場でも多少移動性が劣る程度で適応性が広い。

長距離のホ場間移動は、ホース内の水を携帯用コンプレッサーなどを用いて吐出して軽くし、トラクターでけん引するが、重量が1.5~2.5tonと大きく重心が高いため走行性が劣る。

最近フランスでは、写真-11にみられるように分散するホ場間の移動を容易にするため、大型の車輪と走行用専用エンジンの付いたセルフタイプが開発されている。

③ セルフホールド型式

このタイプは、リールマシンがガンスプリングラーの付いたパイプを引っ張って巻き取るのに対して、パイプ案内型自走ガンと同様巻き取りドラムのトレーラーにガンが搭載され、散水しながら水力を利用してホースを巻き取り後退し、取水栓まで戻るように自動化されているもので、リールマシンのようにパイプに大きなけん引力がかからないので、パイプの耐久性が高い。特に、このタイプは取水栓間やホ場の移動のための専用エンジンも搭載しているので、移動用トラクターの補助は一切要らない。その他、主な機能はリールマシンと殆んど同じである。(図-17、写真-12参照)

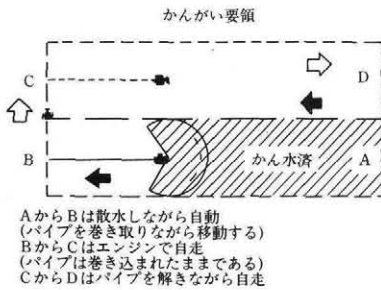


図-17 セルフホールド方式

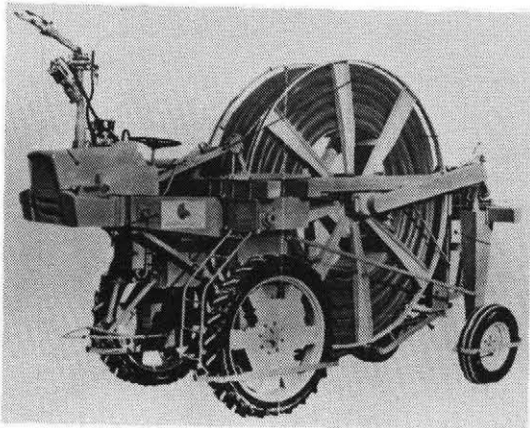


写真-12 セルフホールド式ガン

4) 全自動方式

ア. センターピボット

通称「ピボット」と呼ばれ、1952年にアメリカで生まれたもので、沢山のスプリングラーが付いたラテラルパイプが、ピボットポイントと呼ばれる取水口を兼ねた固

定端を中心に、水力または電動で散水しながら連続回転移動していくので、移動ロスはない。

トラスで補強されたラテラルは、1.0~1.5kWのモーターで駆動するタイヤの付いた高さ約3.5mのA形状のフレームにより約30~60mごとに支えられて1ユニットを形成しており、ユニット間のパイプの継ぎは自在式になっていて、自動装置により常に散水ラインが一直線状になるようになっている。

このタイプの供給水圧は3.5~5.0km/cm²、上記のユニットを継ぎ足して半径1,000m程度までのラテラルラインを作ることができるので、1~300haまで散水可能となり、いずれもどのような作物にでも適応する。地形的に15~30%の起伏があっても大丈夫で、時間的には10~70hrで自動的に1回転する。しかし円形散水となるため矩形ホ場では4つのコーナーのかん水ができず、ピボットポイント付近が過湿になりがちなこと、散水ポジ

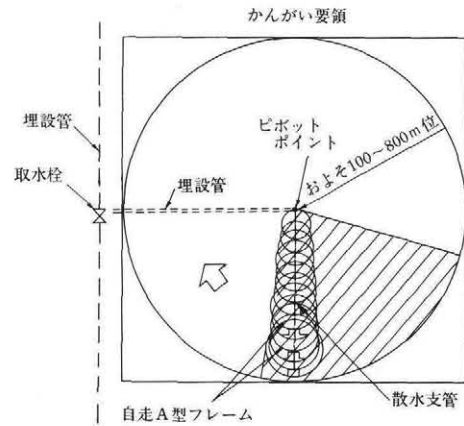


図-18 センターピボット

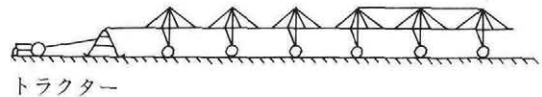


図-19 センターピボットの移動例



写真-13 ピボットかんがいの様子

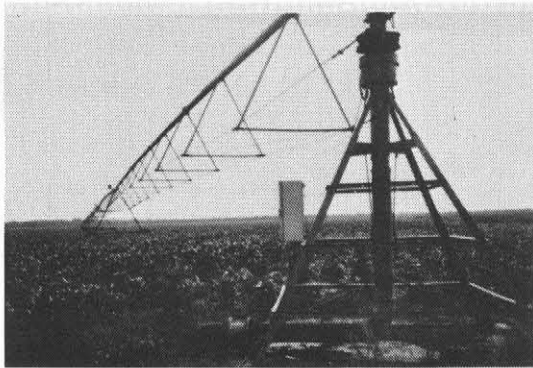


写真-14 ビボットポイント

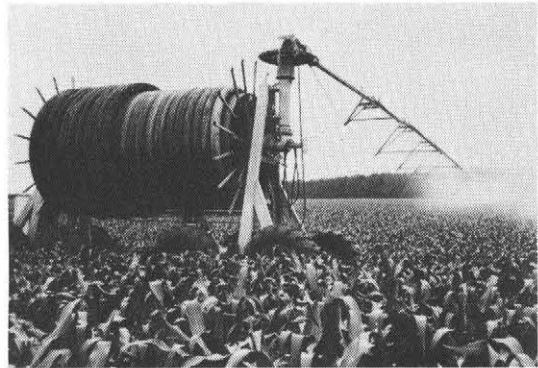


写真-15 パイプ送水の旋回型ラテラルムーブ

の移動が難しいなど問題がある。しかし、人手はスイッチを入れるだけという省力化が極めて高い魅力があり、コーナーにさしかかるとラテラルが伸びていくタイプや、ピボットポイント支持台にスキッドや車輪がついた移動タイプなど様々な工夫が進められている。(図-18, 19, 写真-13, 14参照)

イ、旋回型ラテラルムーブ

これは、アメリカ生れのもので矩形ホ場におけるラテラルムーブの空戻りを防止するタイプである。

まず、①ラテラルタイプで直進かんがいし、②ホ場の端まで来るとセンターピボットになり、再び③ラテラルタイプになってかん水し、④ホ場端で内側に空旋回するタイプと、外側に散水しながら回転するものがあり、トレーラーラインを中心に、左右のホ場を支配するとともに、連続繰返しができる全自動散水機である。

このタイプは、10~200ha程度のホ場まで自在に対応でき、送水方法も水路とフレキシブルパイプを用いるものがあり、また自走トレーラーに搭載したディーゼルエンジンにより自家発電するものと、送水ホースに埋込まれたキャブスタインコードにより受電する方式がある。

(図-20, 写真-15参照)

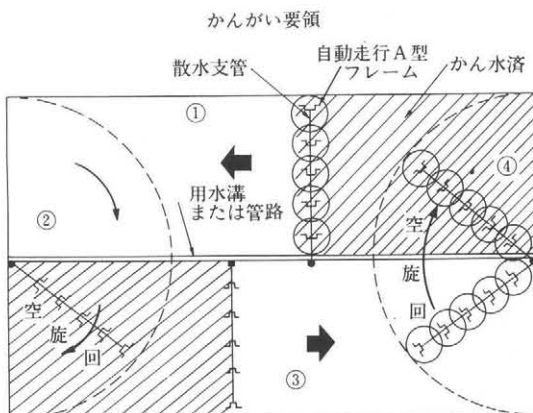


図-20 自動旋回型横移動式

ウ、ロボットガン

最初に全自動ロボットスプリンクラーを導入したのはフランスで、1973年のことである。ガンスプリンクラーは高い架台をもつ4輪運搬車に搭載され、ホ場の形に合わせて配置されたパイプラインに沿って誘導走行し、45~54mごとに配置された取水栓の位置で自動停止、後方に向けて散水するため走行前方は常に乾いている。

ロボット機能は、電動あるいは水力タービンモーターで作動し、取水栓間の移動、水量規制、連結、切断等はすべてプログラム装置の入力により自動的に行われ、人手は殆んど無視できる。バッテリー、圧縮空気タンクの補填は、スプリンクラーの作動中タービンモーターによって行われ、1台の実用的な適用範囲は25~70haである。パイプラインは圧力3.5~6.5kg/cm²、60~120m³/時が一般であり、取水栓間の移動時には散水を停止する断続移動となるので、水源がポンプの場合は自動始停止装置

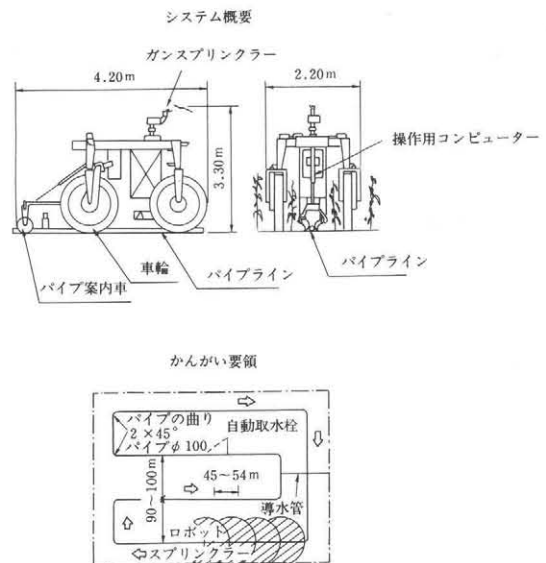
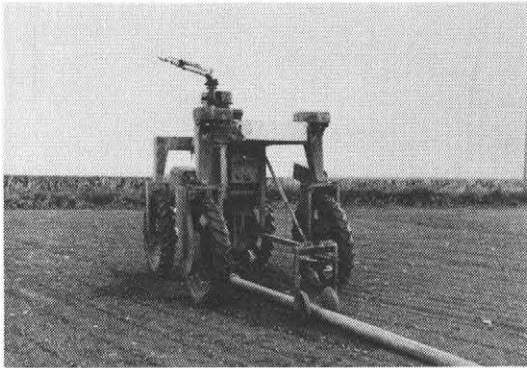


図-21 ロボットガン



写真—16 ロボットガン

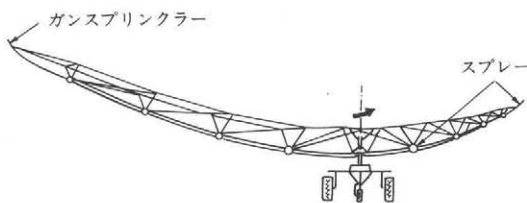
を備えていることが必要である。かん水性能はガンスプリンクラーと同様なので省略する。(図—21, 写真—16参照)

5) ブームスプリンクラー

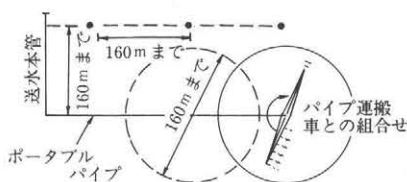
ブームスプリンクラーは、より大きい散水径を得ようとしてラテラルラインをそのまま回転させるようなもので、フランス、ハンガリーなどで開発された。これはトレーラー上の架台によって中心が支えられた30~80mのパイプブームを持ち、一方のブームは先端にガンスプリンクラー、他のアームには複数以上のスプレーが取り付けられ、ガンスプリンクラーから噴射される水の反動によって1分~5分に1回転する。

かん水は、ホ場の形を選ばず直径30~110m程度の円形状に5mm/hr前後の緩やかな散水強度で行うことができるが、散水の均一性が低いので園芸作物以外の作物が望ましく、ブームの回転から5%以上の傾斜地と背の高い果樹園では使用できない。

システム概要

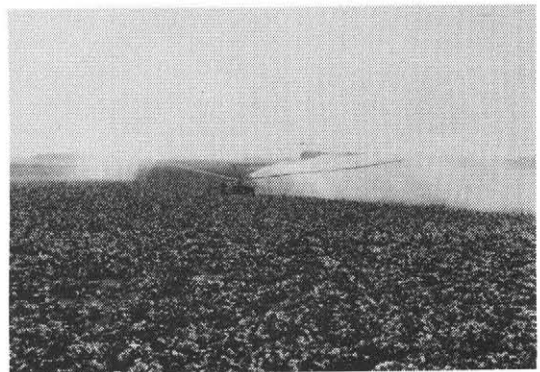


かんがい要領



図—22 ブームスプリンクラー

このタイプは、風に弱く2m/s程度の風で散水が乱れ、強風のもとではブームを下げて転倒したりブームが壊れたりすることもある。移動はトラクターによりけん引する方法と、移動用エンジンを搭載したもの、更にケーブルにより散水しながら連続移動する自走タイプがあるが、移動時かん水した土地な通らねばならないので、ロームなど透水性の低い土質では散水量を小さくする必要がある。また、長いブームと重量が2~3tonと重いため起伏の多いホ場では移動に苦心するようであり、曲り道には弱いのでホ場間の移動はあまり行われていない。(図—22, 写真—17参照)



写真—17 ブームスプリンクラー

4. 各設備費用, 労務費, 機能等の比較

これまで省力化のための様々なスプリンクラーの機械化状況を述べてきたが、これら検討に当り各設備相互の比較と、それぞれが最も基本となる手動式との関係を知ることが重要と考えられる。これらに関する資料は残念ながら我が国にはないので外国資料から1, 2例報告する。

4-1 スプリンクラー種類別の施設及び労務費比較 (図—23参照)

(注) イ. 動力費KWH当り4円

表—2 設備耐用年数

設備の種類	積算耐用年数
スプリンクラー又はガン	7
リールマシン (パイプを除く)	7
リールマシン用ポリパイプ	5
ロボットレイガン	7
ブームスプリンクラー	10
可搬ポリパイプ	7
可搬アルミパイプ	12
埋設管	15
ポンプ器機	10
ポンプ上屋	15

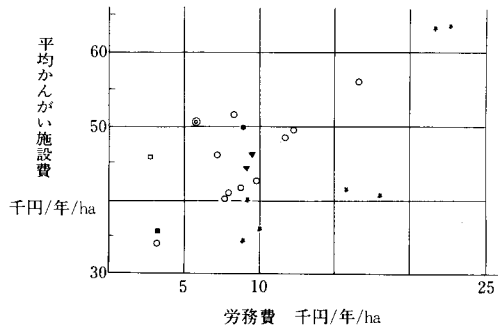


図-23 ha当り平均年かんがい施設費と労務費の関係 (1977年フランス農林土木研究所調査)

凡 例	
☆	複式スプリンクラー-手動式半可搬型 (アルミパイプによる)
★	複式スプリンクラー-手動式半可搬型 (ポリエチレンホースによる)
○	単式スプリンクラー-自力推進式 (ケーブル牽引型、ポリエチレンホース型)
▼	ブーム式スプリンクラー
□	センターピボットシステム-固定型
■	センターピボットシステム-可動型
◎	ロボットレインシステム
●	複式スプリンクラー-定置式(全自動化されたもの)

表-3 スプリンクラーかんがいシステムの選定に関する要因 AAVIM (the American Association for Vocational Instructional Materials)

システムの種類	傾斜の最大値	散水量		かんがい区域形状	地表面の状態	草丈の最大値	所要労働量	かんがいシステム1単位積の面積	概算工米ドル	適用の可否						
		最大	最小							作物の霜害防止	農薬の散布	液肥の散布	排泄物の家畜排泄			
単位	%	mm/hr	mm/hr			m	hrs/ha	ha	s/ha × 100							
複式のスプリンクラー	定置式	制限なし	1.3	50	自由		0.1~0.25	0.4以上	10~30	可						
	手動式	可搬型	20	2.5	50	矩形	制限なし	1.2~3.7	0.4~16	2~8	否		不推選			
		固定型	制限なし	1.3	50	自由		0.5~1.2	0.4以上	10~30	可		可			
	トラクター牽引式付車輪	10	2.5	50	自由	トラクターの通行可能	0.5~1	8~20	4~8			不推選				
	自動式	サイドホイールロール	10	2.5	50	矩形	ほぼ平滑	1.2	0.2~0.7	8~32	4~8	可	可	可		
		サイドムーブ	10	2.5	50			1~3	0.2~0.7							
推進力式	センターピボット	20	5.0	25	円正方形または矩形	障害物がなく塔の通路確保	2~3	0.1~0.4	8~80	5~10						
	ラテラル	20	5.0	25			2~3	0.1~0.4	4~40							
単式スプリンクラー	手動式	20	6.4	50	自由	トラクターの通行可能	制限なし	1.2~3.7	8~16	2.5~5	否					不推選
	トラクター牽引式付車輪	5~15	6.4	50				0.5~1	8~16	5~10						
	ケーブル牽引式	制限なし	6.4	25				矩形	ウインチとホースの通路確保	0.2~0.7		8~16	5~10			
ブーム式スプリンクラー	トラクター牽引式	5	6.4	25	自由	トラクターの通行可能	2~3	0.5~1.2	8~16	5~10			可			
	自力推進式	5	6.4	25	矩形	ブームとホースの通路確保	2~3	0.2~1.2								

- (注) 1. 概算工費には水源費、ポンプ、配水管等は含まない。
 2. リールマシンは入っていないが、およそ単式スプリンクラーのケーブル牽引式と同様の機能である。
 3. かんがいシステム計画…東京農大出版部

- ロ. 労務費 常雇 105 千円, 臨時84千円 (但し社会保険含む)
 ハ. 原価償却には銀行ローンを含む。
 ニ. かんがいできない作物の被害は1 ha当り60千円として積算

- ホ. 1FF ÷ 30円
 ヘ. 設備耐用年数 (表-2 参照)

4-2 スプリンクラーシステムの選定に関する要因別比較 (表-3 参照)

5. おわりに

以上、機械化スプリンクラーの現状を述べてきたが、これらはいつ30年前頃から急速な勢いで開発工夫されてきたものである。

世界の農業は、これからも可能な限り低コストで便利なスプリンクラーを探求していくことであろうし、また驚くようなかんがい施設が開発されるかも知れない。

北海道では既に数千haの畑地かんがいが行われている

表一四 リールマシン導入状況

支 庁 別	台 数	支 庁 別	台 数
網 走	45	釧 路	2
帯 広	9	後 志	3
空 知	5	胆 振	1
上 川	23	日 高	1
渡 島	3		
宗 谷	2		
留 萌	1	計	95

が、一般スプリンクラーに交じって機械化スプリンクラーも導入され活躍している。

その実態は、オーストリア、フランス製のリールマシンと呼ばれるパイプけん引式スプリンクラーと、これのコピーで国産化されたものを含め表一四に示すとおり、大小100台近くになっている。この他、機械化複式スプリンクラーとしてアメリカ製のサイドホイールロールが2基導入されている。(表一四参照)

我が国の畑地かんがいの発展のため、これまで述べた世界の機械化システムが土台となって、それぞれの地域特性に適合した便利で省力的なシステムが1日も早く開発されることを期待する。

参 考 文 献

- 1) LA MECANISATION DE L'IRRIGATION PAR ASPERSION (CEMAGREF フランス)
- 2) かんがい計画システム (東京農業大学出版部)
- 3) Design and Operation of Farm Irrigation Systems (ASAE)
- 4) その他各メーカーカタログ

北海道土地改良建設協会

会 長 早津 順久

副会長 土肥 稔, 小林 康一, 伊藤 義郎, 佐藤 守孝

理 事 和田 輝義, 鶴海 寅和, 江川清次郎, 森岡 辯, 山司 八郎
大越 孝雄, 斎藤 利行, 石野 之雄, 川井 賞三, 荒井 宏
生駒 二郎, 郷 正雄, 宮坂 文一, 斎藤 昇, 早水 憲
坂野 勤, 山谷佐栄次

監 事 山崎 源吾, 柳沢 秀夫

〒001 北海道札幌市北区北8条西6丁目2 松村ビル

☎ 011-758-5130

技術力の維持向上と合理化について

阪 田 剛 一*

1. はじめに

最近、「技術力が低下している」とか「以前に較べて活力がない」といった指摘が農業土木のとくに官側の技術者に対してなされる場合がある。確かに、技術に関する真剣な取り組み姿勢に欠けている傾向にあり、現場における総体的な技術力低下が憂慮される状態になりつつあると言えるのではなかろうか。農業土木の技術者集団が技術力を重視しなければ、活力を失うことは当然といえるわけで、このままの状態では推移すればその存在の意義を失うことにもなりかねない。

また、技術者の業務量は事業を取り巻く環境の変化等が増えており、本年度は実質事業量も大幅に増額されたところである。しかしながら官側の人員増があまり期待できる状況ではないため、より一層効率的な対応が求められている。

ここでは技術力維持向上の問題点と向上策について官側の現場における主要業務である設計等を中心に述べるとともに、併せて技術業務の合理化のあり方にもふれてみたい。

2. 農業土木事業の特徴

農業土木事業の使命を一口でいえば、社会及び受益者のニーズに合ったものを「安全を確保しつつ経済的につくる」ということであろう。そのためには地域全体の開発計画等との整合性はもちろん、地形や土質、水利といったような条件や、営農面あるいは自然環境との調和等を考慮しなければならない。事業内容はもともと多種多様となっているが、施工段階においても区域が広い場合、現地の予期しない状況に遭遇することが多く、また最近におけるニーズの多様化の高まりがあったりして一層複雑化しており、キメ細かい対応にせまられている。このように事業内容や条件が多様化し複雑化すればする程、高度な技術力とそれに基づいた判断力がますます必要となることはいうまでもない。技術の中でも計画及び設計業務は電算技術等の活用や施設管理面の配慮を含めて特に重要である。設計等の技術力がしっかりしていれば、このほかの業務例えば地元対応や各種協議も効率的に行なうことができるといえよう。

なお、農業土木事業は今後とも官と民の協力なくして

推進は不可能であるが、官民の役割分担はどうあるべきだろうか。設計に関して極端な意見ではコンサルタントに全面的に依存せよというものもある。確かにコンサルタントの力量からすれば技術的には十分対応できるといえようが、事業内容の複雑化等からすればコンサルタントに多大の負担を強いることになり、その負担をなくそうとすれば時間とコストが増大し極めて非効率な事業となる可能性もある。例えば地元対応や河川協議等には、明らかに無理が生じ不満足な結果となる場合が増えよう。受益者等の期待に反しないためにも、官側が主体性を持たざるを得ない。

3. 技術力の現状と問題点

官側の技術者が現場において最も多く携わる業務は、昭和40年頃までは設計であり、積算その他の業務は付帯的なものであった。当時は設計業務を行うために文献、資料はもちろん類似工事等について、調査・検討を加え熱心な議論を繰返していたものである。すなわち、衆知を集めてより良い設計内容となるよう努力をし、結果として技術力の練磨と後輩への技術の継承がなされていたといえる。

昭和40年代に入ってから、コンサルタントに設計業務を発注することが多くなり、近年では殆んど官側で設計することがなくなってきている。発注しはじめた頃は、官側が設計内容の全体にわたって指示を与える等主体的な役割を果たしていたが、徐々にコンサルタントの方が力量をつけてきている。官側はかつての技術の蓄積を吐き出すのみで技術の練磨と継承を怠っていた嫌いがなきにしも非ずである。

何故このようになったかといえば、コンサルタント育成に力点をおいたため、官側の技術力の必要性が認識されなくなった、つまり技術力がなくても仕事は進んでいることが最大の原因といえよう。また、基準やコンサルタントに頼り過ぎて技術力を主体的に発揮できず臨場感や充実感もなくなり、これがさらに技術的業務を重視しなくなるという悪循環をきたしている。

最近では、監督職員はコンサルタントに依存する度合を高め、解らないことがあるとコンサルタントに教えて貰っているような例も多い。また、逆に監督職員としてコンサルタントに指示を与えた場合に、指示内容の訂正すなわち手戻りが多いという指摘がコンサルタント側か

*近畿農政局土地改良技術事務所

らもなされている。官側でもそのための対応を行わなければならない、後ろ向きの仕事に追われるわけであり活力も失ってしまうといえよう。このような傾向が続けば、いずれ技術的判断ができなくなることもなりかねない。

4. 技術力の維持向上対策

技術力の維持向上のために最も重要なことは、技術に対する認識を改めることすなわち重視することであろう。中核的な技術者が技術業務に傾注できるような業務分担や処遇面の配慮が望まれる。具体的な維持向上対策として、このほかに当面考えられるものを次に挙げてみる。

1) 基礎的技術力の充実

数学、水理学や構造力学等の基礎学力とその応用力あるいは新手法等の習得に関して、研修による効果は大きいし、自己研鑽も必要である。最近では各分野で高度の研修等が実施されているが、学校における修学をロケット噴射の第一段とすれば、第二、第三段の噴射すなわち研修等によるレベルアップが可能であり、重視されるべきであろう。

2) 実体験の重視

技術者にとって自ら調査・設計した構造物を実際に施工管理するという体験は貴重である。それもなるべく規模の大きいものを対象とするのが好ましいことはいまでもない。安全でしかも経済的なものをつくるためには緊張感(張合い)を伴い、それに比例して完成したときの喜びと充実感は大いにある。このような経験を踏むことによって、技術の奥行きが深まり、技術力向上の足掛かりを掴むこととなる。

3) 技術業務の所内検討会

最近では技術業務に関する議論が少ない。雑用的な業務が多い、必要性があまり認められていないということが原因だろうが、事業所内の検討会等における議論の効用は極めて大きいものがある。

改まった技術検討会等でなくても、例えばコンサルタントに発注した設計業務を対象とし、レイアウト作成時及び概略完成時の少なくとも2回についてなるべく多くの官側とコンサルタントの関係者による検討会を行うことが考えられる。これによって、各人の経験が生かされるため設計内容は良くなり手戻りもなくなることはもちろんだが、関係者の意志統一や他の業務との整合性がはかられるし、何よりも重視しなければならない技術の継承や活性化にもつながろう。また、業務量としては検討会参加分が増えるかわりに手戻りがなくなる等で、当面は増減があまりないが、経験を積むことによって徐々に減少していくものと考えられるし、業務内容も充実感を伴うものが増えよう。

なお、これらについて中堅以上の技術者に打診したところ、趣旨は解るものの自発的にやるような雰囲気ではないということである。しかしながらすでに実施しているところでは成果を上げており、必要性、重要性が益々認識される傾向にあるようである。

4) 設計内容等の審査会

設計内容等について、局レベルの技術検討会あるいは審査会を行えば所内検討会以上の成果を上げることが可能であるし、また逆に所内検討会を開ききっかけともなりうるであろう。

近畿農政局管内においては建設部を中心に検討を行い、この程農業水利及び農地造成各1件の設計業務について技術検討会を試行的に実施したところである。参加者から農業土木事業の多様な工種等に全て熟知している技術者は居ないこと、従って各人の経験を生かし合うことにより内容が改善されること、参加者が相互に哲発され技術の継承ができること等の理由で概ね好評であった。なお、開催時期、方法によっては工事発注の日程が狂う等対応に苦慮するという意見も一部にあった。

これらの結果を踏まえ、61年度から本格的に設計業務の技術検討会並びに工事設計の事前審査会を実施する運びとなった。技術検討会は各事業所毎に主要構造物あるいは代表的な工種の中から1~2件を選び、設計業務の基本構想等主要事項の成果について手戻りの少ない進捗時期に開催することとした。技術検討会の構成員は、建設部次長を会長とし、委員は設計課、技術事務所、対象工事の原課及び必要に応じて参加する経験者とし、説明担当者を事業所及びコンサルタントとしている。なお、事前審査会については構成員をやや積算に比重を置いた程度で技術検討会とはほぼ同じであり、積算内容の審査を主として行うが技術検討会を補完することもあるとしている。

5. 技術力維持向上と合理化

技術業務の合理化には、過繁忙の解消と、より一層高度な技術力や創造力を要する業務にシフトするという二つの目的がある。合理化の内容は設計や積算等各種の基準化、技術資料の提供、O・A化、機能分担(例えば、施設機械の設計や施工試験の専門の実施、設計業務の外注)等がある。これらを推進してきた結果、過繁忙の解消にはかなりの成果を挙げる事ができたが、より高度な業務へのシフトは殆どみることができなかったが、より高度な業務へのシフトは殆どみることができなかったという事が挙げられたりする。確かにそういった一面のあることは否定出来ないが的の外の批判というべきだろう。限られた人数で、複雑多岐にわたる多くの事業量に対処し、よいものを経済的につくっていくために

は、基準化等が不可欠である。このことはわが国の工業化社会にJISが重要な役割を果たしていることから理解できよう。ただここで留意しなければならないのは、JISといえども絶対的なものではなく常に改定されていくべき性格のものである。ネジギを例にとれば、基準化によって、生産性の向上等多くのメリットがあったことは否定できないだろう。このネジも当初はマイナス型のネジ廻して締めていたものであったが、その後プラス型も出て来ており、さらにプラス型とマイナス型の両方に適したものができている。つまり基準は、通常そのまま用いるためのものであるが絶対的なものではなく、疑問や改善の必要を感じたとき等は大いに検討をすることが望まれる。基準におんぶするのではなく、主体的に使っていくという姿勢こそが大切であるといえるし、そのためにも技術力の維持向上が必要といえる。

より高度な業務を行うためには、基準化やO・A化はもちろんだが、技術情報の迅速かつ的確な提供や、現場で生じた問題の処理体制の確立等、合理化の必要性はさらに強まるといえよう。近畿農政局管内では農業土木技術に関するものを中心としたアンケートを実施しており、今後具体的な方策に資すべく内容を分析、検討して

いるところである。

6. おわりに

日本の農業を取りまく環境は厳しさが続いているが、これを乗り越えていくためには土地改良事業が不可欠であるという認識が一般的なものになってきている。しかしながら、受益者からは負担金が高すぎるとかニーズに必ずしも応えていないといった不満がでてきており、事業をとりまく環境も厳しさを増している。受益者等の不満を解消し信頼を高めながら、食料の安定供給や国土保全等の社会的要請に応じていくことが肝要であり、そのためには確固たる信念と思いやりとともに技術力の維持向上と技術業務の合理化が極めて重要である。現在の厳しい局面を乗り越えることによって、土地改良事業も新たな展望が開かれよう。

農業土木の官側技術力について多くの人と意見交換したところ、危機感をもっている人もかなり多いように見受けられた。敢えて厳しい見方を述べてみたが、ご意見を賜れば幸いである。

なお、本稿を書くに当ってご助言を賜った方々に、誌上を借りて心から御礼申し上げる次第である。

社団法人 北海道土地改良設計技術協会

会 長 塚本 健二

副 会 長 今井 敏明

専務理事 小島 智

理 事 石川 定雄, 桜田 大民, 下村 一
白石 貢, 藤原 寿美, 前谷 俊一

監 事 桐田 三好, 京野 省三

〒001 北海道札幌市北区北8条西6丁目2 松村ビル

☎ 011-726-6038

「農地地すべり研究会」が発足

——昭和61年5月9日に発会式行われる！——

1. 農林水産省構造改善局では、昨年、新潟県青海町や長野市地附山で発生した地すべり災害が社会問題となったことを契機に、構造改善局所管の地すべり対策について、更に充実強化を図るため、地すべり対策全般にわたる諸問題を研究する農地地すべり研究会（通称LAS研）を発足させた。
2. この研究会は、農林水産本省、地方農政局及び都道府県の地すべり担当で構成されており、下部組織として都道府県部会及び各地方農政局単位で組織する地方部会がある。
3. 主な研究活動は次の通りとなっており、この活動を通じて地すべり対策事業の円滑な推進を図ることとしている。

1) 地すべり技術の向上に関する活動

- ア. 各地域における地すべりの技術研究
研究発表会、研修会等の開催
地すべり学会等への積極的参加
- イ. 地すべり防止技術に関する情報収集、啓蒙

2) 事業の円滑な推進に関する活動

- ア. 事業推進上の問題点の把握
- イ. 事業制度の研究
制度の拡充・創設

3) 設計・積算・施工の基準化に関する活動

- ア. 実態調査の実施と内容の検討
- イ. 設計・積算・施工の基準化

4. なお、本会の役員構成は次の通りとなっている。

委員長	1名	構造改善局防災課課長補佐
副委員長	2名	〃 〃 係長
		〃 資源課係長
幹事長	1名	都府県選出幹事の中から互選
幹事	17名	地方農政局及び代表の都道府県
監事	1名	都道府県選出幹事の中から互選

会

告

農業土木技術研究会第17回理事会

1. 日 時 昭和61年7月11日 12:00~13:30
2. 場 所 東京都港区新橋5-34-4
農業土木会館会議室
3. 議 題

- (1) 第1号議案 昭和60年度事業報告並びに収支決算承認の件
- (2) 第2号議案 昭和61年度事業計画(案)並びに収支予算(案)承認の件
- (3) 第3号議案 役員改選の件
- (4) その他

以上の議案について審議し出席理事全員の了承を得て原案どおり承認された。昭和60年度収支決算、昭和61年度収支予算、新役員は下記のとおりである。

昭和60年度収支決算書

収入の部

61. 3. 31現在

科 目	予 算 額	決 算 額	増減額(△)	摘 要
会 費	13,000,000円	13,433,890円	433,890円	
通常会費	11,600,000	11,843,890	243,890	2,300円×4,878名 過年度未収金 271名
賛助会費	1,400,000	1,590,000	190,000	10,000円×155口 過年度未収金 2口
研修会費収入	1,400,000	1,787,500	387,500	会員4,000円×214名 非会員6,000円×151名 テキスト代他
広告収入	2,400,000	1,505,000	△ 895,000	水と土59・60・61・62号
雑収入	399,808	756,079	356,271	預金利子616,679円 水と土その他139,400円
前年度繰越金	11,800,192	11,800,192	0	
合 計	29,000,000	29,282,661	282,661	

支出の部

科 目	予 算 額	決 算 額	増減額(△)	摘 要
会誌発行費	14,900,000円	10,735,604円	△4,164,396円	
印刷費	11,000,000	8,333,600	△2,666,400	水と土60・61・62・63号
原稿料	1,100,000	804,850	△ 295,150	〃 〃
編集費	300,000	154,000	△ 146,000	〃 〃
運賃送料	2,500,000	1,443,154	△1,056,846	〃 〃
事業費	2,050,000	1,427,627	△ 622,373	
研究会賞	450,000	75,770	△ 374,230	59年度(14回)2編
研修会諸費	1,500,000	1,351,857	△ 148,143	会場借料・講師謝金・旅費等
資料費	100,000	0	△ 100,000	
会議費	500,000	265,650	△ 234,350	理事会・編集委員会等
事務費	3,300,000	1,503,590	△1,796,410	
通信費	600,000	285,520	△ 314,480	
旅費	200,000	10,000	△ 190,000	
広告手数料	800,000	437,500	△ 362,500	水と土59・60・61・62号
事務室費	100,000	100,000	0	
事務還元費	500,000	347,570	△ 152,430	
消耗品費	400,000	119,870	△ 280,130	
雑費	700,000	203,130	△ 496,870	
給料及手当	3,200,000	2,676,256	△ 523,744	賃金・手当等
予備費	5,050,000	0	△5,050,000	
次年度繰越金		12,673,934	12,673,934	
合 計	29,000,000	29,282,661	282,661	

昭和 61 年度 収 支 予 算

収 入 の 部

科 目	予 算 額	60年度予算額	増減額(△)	摘 要
会 費	12,700,000円	13,000,000円	△ 300,000円	
通常会費	11,200,000	11,600,000	△ 400,000	2,300円×4,859名×95%前年度未収金
賛助会費	1,500,000	1,400,000	100,000	10,000円×157口×95%
研修会費収入	1,400,000	1,400,000		会 員4,000円×180名 非会員6,000円×120名
広告収入	1,900,000	2,400,000	△ 500,000	1回380,000円×5回
雑収入	326,066	399,808	△ 73,742	
前年度繰越金	12,673,934	11,800,192	873,742	
合 計	29,000,000	29,000,000		

支 出 の 部

科 目	予 算 額	60年度予算額	増減額(△)	摘 要
会 誌 発 行 費	14,300,000円	14,900,000円	△ 600,000円	
印刷費	11,000,000	11,000,000		会誌64号～68号 1回2,200千円
原稿料	1,100,000	1,100,000		” ”
編集費	200,000	300,000	△ 100,000	” ”
運賃送料	2,000,000	2,500,000	△ 500,000	” ”
事業費	2,100,000	2,050,000	50,000	
研究会賞	400,000	450,000	△ 50,000	
研修会諸費	1,600,000	1,500,000	100,000	会場借料研修テキスト・講師謝金・旅費等
資料費	100,000	100,000		
会議費	500,000	500,000		理事会・編集委員会等
事務費	3,200,000	3,300,000	△ 100,000	
通信費	600,000	600,000		
旅費交通費	200,000	200,000		
広告手数料	600,000	800,000	△ 200,000	
事務室費	200,000	100,000	100,000	
事務還元費	500,000	500,000		
消耗品費	400,000	400,000		
雑費	700,000	700,000		
給料及手当	3,200,000	3,200,000		賃金・手当等
子備費	5,700,000	5,050,000	650,000	
合 計	29,000,000	29,000,000		

農業土木技術研究会役員名簿（昭和61年度）

会 長	中川 稔	水資源開発公団理事
副 会 長	内藤 克美	構造改善局建設部長
理 事	志村 博康	東京大学教授
	谷山 重孝	構造改善局設計課長
	小泉 恵二	水利課長
	大橋 欣治	首席農業土木専門官
	細谷 信行	関東農政局建設部長
	中川昭一郎	農業土木試験場場長
	高橋 昇	北海道開発庁農業水産課長
	八木 直樹	水資源開発公団第二工務部長
	中島 哲生	(社)農業土木事業協会専務理事
	牧野 俊衛	(社)土地改良建設協会専務理事
	渡辺 滋勝	(株)三祐コンサルタンツ副社長
	久徳 茂雄	西松建設(株)専務取締役
	内藤 正	大豊建設(株)社長
監 事	山口 保身	関東農政局設計課長
	西岡 公	(株)日本農業土木コンサルタンツ 常務取締役
常任顧問	須藤良太郎	構造改善局次長
	福沢 達一	全国農業土木技術連盟委員長
顧 問	山崎平八郎	衆議院議員
	梶木 又三	参議院議員
	岡部 三郎	
	小林 国司	
	福田 仁志	東京大学名誉教授
	高月 豊一	京都大学名誉教授
	緒形 博之	東京大学名誉教授
	永田 正董	土地改良政治連盟耕隆会会長
常任幹事 編集委員 長	大橋 欣治	構造改善局設計課
常任幹事 編集委員	安田 昭彦	事業計画課
	亀田 昌彦	設計課
	西沢 彰一	整備課
	石堂 隆憲	設計課
事務局長 幹事 編集委員	黒澤 照正	全国農業土木技術連盟事務局長
	菅谷 晋	構造改善局地域計画課
	細川 雅敏	資源課
	八丁 信正	事業計画課
	重森 篤	施工企画調整室
	高橋 利也	水利課
	松田 祐吾	
	大平 正三	整備課
	永嶋 善隆	開発課
	山下 正	
	前田 勇	防災課
	久保田 勇	関東農政局設計課
	加藤 敬	農業土木試験場施設水利2研

幹 事
編 集 委 員

清水 洋一	国土庁調整課
益田 和範	水資源公団第2工務部設計課
今井 秀二	農用地公団工務部工務課
荒木 正栄	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)	
(株)電業社機械製作所	
(株) 西島製作所	
西松建設(株)	
日本技研(株)	
(株)日本水工コンサルタント	
(株)日本農業土木コンサルタンツ	
(株)日本農業土木総合研究所	
(株) 間 組	
(株) 日立製作所	
	(16社)
(株) 青木建設	2 口
安藤工業(株)	
(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)	
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)
I N A新土木研究所	1 口
アイサワ工業(株)	
青葉工業(株)	
旭コンクリート工業(株)	
旭測量設計(株)	
伊藤工業(株)	
茨城県調査測量設計研究所	
上田建設(株)	
(株)ウォーター・エンジニアリング	
梅林建設(株)	
エスケー札幌産業(株)	

㈱ 大 本 組	1 口	㈱ 土 木 測 器 セ ン タ ー	1 口
神奈川県農業土木建設協会	〃	中川ヒューム管工業㈱	〃
金光建設㈱	〃	日兼特殊工業㈱	〃
技研興業㈱	〃	日工ゲート㈱	〃
㈱ 木 下 組	〃	日本エタニットパイプ㈱	〃
岐阜県土木用ブロック工業組合	〃	日本技術開発㈱	〃
久保田建設㈱	〃	日本国土開発㈱	〃
久保田鉄工㈱(大阪)	〃	日本大学生産工学部図書館	〃
久保田鉄工㈱(東京)	〃	日本ヒューム管㈱	〃
京葉重機開発㈱	〃	日本プレスコンクリート工業㈱	〃
㈱ 古 賀 組	〃	日 本 舗 道 ㈱	〃
㈱ 古郡工務所	〃	農業試験場農地利用部	〃
㈱ 後 藤 組	〃	八 田 工 業 ㈱	〃
小林建設工業㈱	〃	福井県土地改良事業団体連合会	〃
五洋建設㈱	〃	福岡県農林建設企業体岩崎建設㈱	〃
佐藤企業㈱	〃	福 本 鉄 工 ㈱	〃
㈱ 佐 藤 組	〃	㈱ 婦 中 興 業	〃
佐藤興業㈱	〃	㈱ 豊 蔵 組	〃
㈱ 塩 谷 組	〃	ポゾリス物産㈱	〃
(社)静岡県畑地かんがい事業協会	〃	北海道土地改良事業団体連合会	〃
昭栄建設㈱	〃	(財)北海道農業近代化コンサルタント	〃
新光コンサルタンツ㈱	〃	堀 内 建 設 ㈱	〃
新日本コンクリート㈱	〃	前 田 製 管 ㈱	〃
㈱新システム企画研究所	〃	前 沢 工 業 ㈱	〃
須崎工業㈱	〃	真 柄 建 設 ㈱	〃
世紀東急工業㈱	〃	㈱ 舛 ノ 内 組	〃
第一測工㈱	〃	丸 伊 工 業 ㈱	〃
大成建設㈱高松支店	〃	丸 か 建 設 ㈱	〃
大和設備工事㈱	〃	㈱丸島水門製作所	〃
高橋建設㈱	〃	丸誠重工業㈱東京営業所	〃
高弥建設㈱	〃	水資源開発公団	〃
㈱ 田原製作所	〃	水資源開発公団奈良俣ダム建設所	〃
中国四国農政局土地改良技術事務所	〃	宮 本 建 設 ㈱	〃
㈱チェリーコンサルタンツ	〃	山崎ヒューム管㈱	〃
中央開発㈱	〃	菱 和 建 設 ㈱	〃
東急建設㈱	〃	若鈴コンサルタンツ㈱	〃
東邦技術㈱	〃		(85社)
東洋測量設計㈱	〃	(アイウエオ順)	計 114社 159口

農業土木技術研究会会員数

61.6. 現在

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	147	188	5	8	19			近畿	滋賀	34	15	2	1	5			
東	青森	森手	75	57		2		京都	47	40		7	6				
		岩宮	74	27	6	5	3	大阪	33			4	4				
		秋田	46	72		5	16	兵庫	30		1	4	3				
		山福	116	20		1	6	奈良	49	21			4				
北	福	山	43	19		2		和歌山	38	3			1				
		島	75	47	4		1										
		小計	429	242	10	15	26					3	16	23			
		小計	429	242	10	15	26										
東	関	茨城	104	37	41	3	8					2	5	4			
		栃群	81	19	1	5	2						2	3			
		埼馬	35	7	1	1							1	1			
		千玉	64	22	13	1	13						1	1			
		東葉	62	18	14	1	11						1	5	3		
		京奈	4	179	58	12	21						4	4	4		
		神川	27			3	17						1	1	1		
		山梨	7	6			1										
		長野	46	3	1	4	2										
		東	静岡	84	18			5									
北	陸	新潟	96	57	2	1	5										
		富山	57	9		1	5										
		石川	41	67		2	1										
		福井	65	16													
東	海	岐愛	27	5	1	4	6										
		三	42	75	40	1	8										
		重	23	17	8	3	3										
		小計	92	97	49	8	17										
合 計								2,183 1,310 232 115 205 795 19									
総 合 計								4,859名									

編 集 後 記

暑中御見舞い申し上げます。長かった梅雨明けと同時に一転して猛暑の訪れとなりました。低温の心配をしていた地方の人達にはこれからの気候が気になるころかと思えます。少々遅くなりましたがここに61年度第1号(通算65号)をお届け致します。61年度理事会も先日無事終了し、新役員のもとで心新たにスタートしたところです。(新役員名簿等は本号「会告」欄参照)本年度も昨年度と同様4回の会誌発行と年度末の研修会を主な内容として事業を進めていく計画ですので御協力をお願いします。

ところで御承知のとおり本誌『水と土』は会員の皆様の現場経験等の技術を広く交換し合う場として活用していただいておりますが最近会員数、投稿数とも下降傾向にあります。特に若年層の新規加入が少ないようですが農業土木事業が益々複雑化し、地域特性に十分配慮した事業を実施する必要性が求められている中で、具体的な事業、工事の事例を紹介することは大変有意義なことかと考えます。また一つの事例をとりまとめることは次への反省、飛躍のステップともなり担当者にとっても有意義なことと考えますので多くの人達の新規加入とともにたくさんの方の投稿を期待しています。

(石堂隆憲 記)

水 と 土 第 65 号

昭和61年6月30日発行

発行所 〒105 東京都港区新橋5-34-4
農業土木会館内

農業土木技術研究会
TEL (436) 1960 振替口座 東京 8-2891

印刷所 〒161 東京都新宿区下合落2-6-22

一世印刷株式会社
TEL (952) 5651 (代表)