

水と土

No.130
2002

特集／施設の更新、
再整備に関する技術

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



愛知用水における水路改築工法について (本文 21 頁)



既設水路レーダー探査



コンクリートブロック調整金具設置状況



コンクリートブロック設置状況



完成後

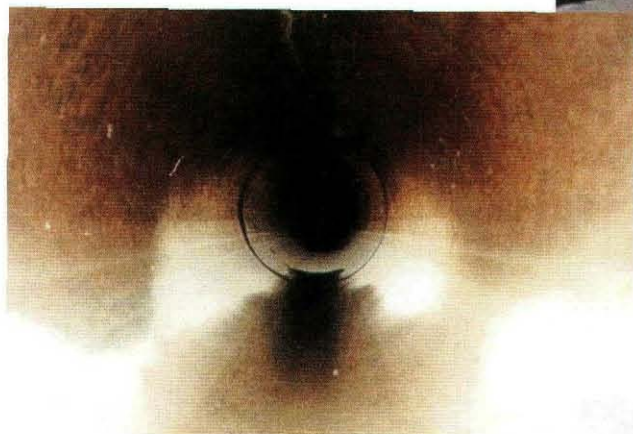
管更生工法（ホースライニング工法）の設計・施工について（本文27頁）



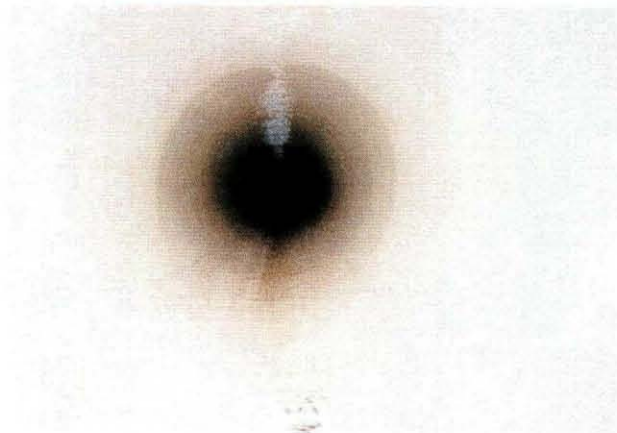
反転機械（シールホース巻取後）



管内調査用カメラ



米田支線水路施工前



米田支線水路施工後

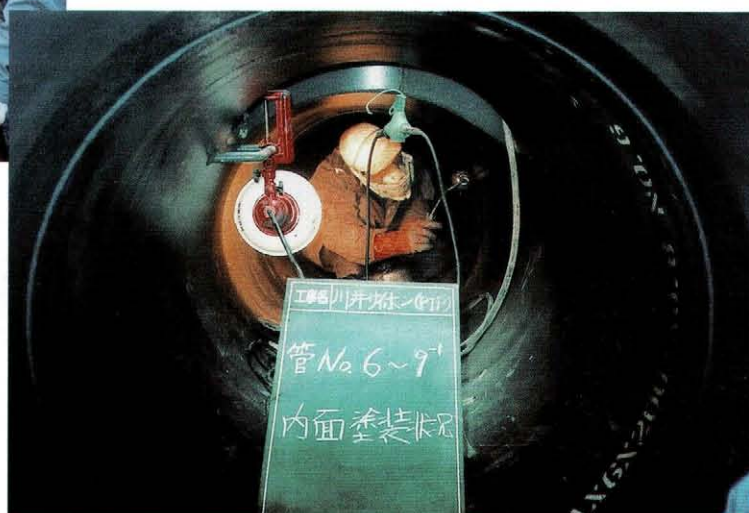
PIP 工法によるサイホン改修について (本文 58 頁)



管の老朽度確認状況



新管引き込み状況

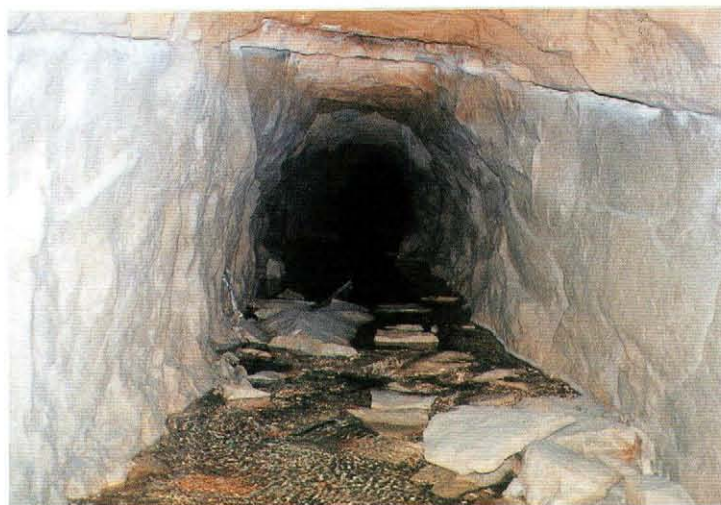


内面塗装状況

安積疏水開拓と新安積幹線用水路の改修 (本文 69 頁)



十六橋水門



新安積幹線用水路トンネル改修前



新安積幹線用水路トンネル改修後

水 と 土

特集「施設の 更新再整備に 関する技術」

No. 130

2002

表紙写真

福岡県上陽町

写真提供・農林水産省むらづくり対策室（第10回美しい日本のむら景観コンテストより）

目 次

報文内容紹介……………(9)

巻頭文

有明海の環境変化と諫早湾干拓

佐藤 洋……(11)

報 文

幹線用排水路系における除草管理軽減に関する試験研究

大久保 博 前川 勝朗 岡田 祥一

曾我 美一 遠藤 紫朗……(13)

愛知用水における水路改築工法について

—コンクリートブロック上張り工法による水路改築—

小川 亘 藪田 和也……(21)

管更生工法（ホースライニング工法）の設計・施工について

中村 博 上島菜美子

白石 光雄 坂野 和弘……(27)

農林水産省最大のゴム引布製起伏堰の建設をめざして

—石部頭首工の改築について—

福島 三郎 濱口 秀隆……(37)

施設管理の実態を通して

北川 孝……(50)

P I P工法によるサイホン改修について

大畑 亮……(58)

老朽化用水路の簡易補修工法について

—ポリウレタン樹脂系無溶剤型二液塗膜による補修工法—

中村 晃司 小浜 和昭 伊藤 久司……(64)

歴史的土壌改良施設

安積疏水開拓と新安積幹線用水路の改修

高桑 学……(69)

お知らせ

兵庫県立淡路景観園芸学校・景観園芸専門課程平成15年度生の募集
(後期) ……………(73)

会告……………(74)

入会案内……………(75)

投稿規定……………(77)

幹線用排水路系における除草管理軽減に関する試験研究

大久保博・前川勝朗・岡田祥一
曾我美一・遠藤紫朗

用排水路等農業水利施設周辺の水路敷きに、短草がうまく定着すれば除草の労力削減になる。そこで、最上川下流左岸地域に新たに施工された水路法面に試験区を設けて、短草導入による法面保護と雑草の侵入抑制の2面からいくつかの植生工について比較検討した。降雨時の流出土砂量と侵入した雑草の個体数・平均草丈・被覆率・種数とから検討した結果、苗植工に比べ播種工のホワイトクローバーが優れているという結果が得られた。

(水と土 第130号 2002 P.13企・設)

愛知用水における水路改築工法について —コンクリートブロック上張り工法による水路改築—

小川 亘・藪田和也

愛知用水の水路改築工法の一つとして選定したコンクリートブロック上張り工法は、既設水路構造を診断のうえ活用し、その上にコンクリートブロックを上張りすることで所定の機能と水路自体の耐久性を確保した新たな水路改築工法であるため、大規模な土工が生じないことから、工期の短縮や工事費の縮減、産業廃棄物の抑制等が図れる工法である。

(水と土 第130号 2002 P.21設・施)

管更生工法（ホースライニング工法）の 設計・施工について

中村 博・上島菜美子・白石光雄・坂野和弘

近年、農業用水管の埋設環境は大きく変化し、地上部では交通量が増加、地下部ではガス・上下水道等の施設が併設されてきている。一方で、耐用年数に達したバイブライン施設の漏水事故等が多発し、事故による周辺へ与える影響が大きいことから、早急な施設改修が待望されている。木曾川用水施設緊急改築事業において、支線水路の改修に当たり、管更生工法によって設計・施工した事例を紹介し、その中で、この工法の有効性と問題点を報告するものである。

(水と土 第130号 2002 P.27設・施)

農林水産省最大のゴム引布製起伏堰の建設をめざして —石部頭首工の改築について—

福島三郎・濱口秀隆

国営総合農地防災事業「野洲川沿岸地区」の石部頭首工の改築において、農林水産省としては最大規模になるゴム引布製起伏堰の導入をおこなった。本報文は、ゴム引布製起伏堰の導入に際し、構造の安全性、操作の確実性、維持管理の容易性、ならびに環境との調和と配慮の観点から検討した内容および検討結果の概要を紹介するものである。

(水と土 第130号 2002 P.37設・施)

施設管理の実態を通して

北川 孝

国営事業による同一水系内基幹水利施設群の一元管理を、広域農業水利施設総合管理事業「加古川水系地区」(兵庫県)として、平成2年度より実施している。

本報は、当該事業地区の説明と併せて、管理実態を通じた事業計画との乖離及び、直面している課題とその対策について紹介するとともに、実管理の視点から、これからの管理業務のあり方を述べるものである。

(水と土 第130号 2002 P.50設・施)

PIP工法によるサイホン改修について

大畑 亮

現行道前道後平野農業水利事業では、当初事業で造成したダムや幹線用水路、取水施設等の老朽化施設を改修し、従前の機能を確保するとともに、水管理施設等の近代化を図っている。施設改修にあたっては、旧事業時に比べて施設周辺も宅地化等により、地形条件が大幅に変化してきており、開削を伴う改修工法の採用が適当でないケースが多くなってきている。本報告では、地形条件等により内挿管(PIP)工法とした事例を紹介する。

(水と土 第130号 2002 P.58設・施)

老朽化用水路の簡易補修工法について —ポリウレタン樹脂系無溶剤型二液塗膜による補修工法—

中村晃司・小浜和昭・伊藤久司

ポリウレタン樹脂系無溶剤型二液塗膜による補修工法について現地での適用性を実証するため、1999年(平成11年)11月に現況調査した上で、試験施工を行った。また、剝離や目地部破断など塗膜自体の損傷の原因となる日温度変化とこれに伴う躯体・目地の伸縮について、1999年～2001年の冬期間観測するとともに、越冬後の塗膜状況も調査している。

ここでは、これら事前調査、施工状況、施工後の観測について報告するものである。

(水と土 第130号 2002 P.64設・施)

<歴史的土壌改良施設>

安積疏水開拓と新安積幹線用水路の改修

高桑 学

会津磐梯山のふもとに広がる猪苗代湖は、福島県の水資源としても重要な役割を果たしている。自然の状態では西側の日本海に流れるのであるが、今から120年前、この水を東側に流すという大プロジェクト「安積疏水開拓」が行われた。更に、昭和の国営事業、現在実施中の国営新安積農業水利事業に引きつがれ、今日の郡山市を中心とするめざましい発展に貢献したと言える。ここで、先人達が取り組んできた歴史を紹介するものである。

(水と土 第130号 2002 P.69設・施)

有明海の環境変化と諫早湾干拓

佐藤 洋*

(Hiroshi SATOU)

私たち人類は、地球上の限られた環境の中で資源を有効に活用して生活していますが、これまでの大量生産、大量消費、大量廃棄を基調とした経済社会システムは、水質汚濁、大気汚染などの公害をもたらしたばかりでなく、地球温暖化など地球規模の環境問題をひきおこし、人類の生存に大きな影響を与えています。

このため、これまでの経済効率優先の社会システムを転換し、生命活動を活かしたエネルギーの循環を基調とする持続可能な経済社会システムへ再構築していくことが、緊急の課題となっております。

農業の分野においても、安定した食料を確保するため古くから農地やかんがい用水の開発が行われ、その土地にあった多様な品種が作り出され、地域の環境と調和した形で農業が営まれてきました。特に、20世紀後半の世界的な技術革新は、農業生産を飛躍的に発展させ私達の食生活を豊かにしましたが、その一方で、生産性向上を図るために土と水の再生産を考慮しない収奪的な農業が行われたり、農薬や化学肥料等の過度の使用等が自然環境に大きな負荷を与えてきたことは否定できません。

私たちの身近にある有明海においても、流域住民の生活水準の向上や流域開発等に伴って、自然との調和のバランスが崩れ、水質汚濁を始めとする環境問題が顕在化しております。

ご承知のように、平成12年度の有明海のノリ養殖は12月初め有明海の全域にほぼ同時に発生したりソノレニア赤潮により、ノリに必要な海水中の栄養塩が奪われ、記録的なノリ不作となりましたが、有明海ではすでに1970年代後半からアサリ、タイラギ等2枚貝について資源の衰退が続き、環境の悪化が懸念されており、平成12年のノリ不作がこの懸念を一挙に高め、社会的にも大きな関心を集めました。

このような背景をうけて、農林水産省にノリ不作等の原因究明のための、いわゆる「ノリ不作等第三者委員会」が設置され検討が行われていますが、委員会の検討ではノリ不作の原因は、大型珪藻の赤潮の発生による著しい色落ちであり「この赤潮は秋季の大量降雨に引き続く晴天の持続に高水温が加わったかなり異常な気象、海象が直接の原因」とし、その素因としては有明海の富栄養化があるとされたところです。

また、2枚貝類の減少については、底質の泥化、貧酸素水塊の発生など底層環境の変化が影響していると考えられていますが、その原因を特定するには至っておらず、生理・生態との関係も含め、今後さらに調査研究が必要とされています。

現在、有明海の環境及びノリ不作等についての現状把握と原因究明、対策検討のための調査研究が進められていますが、「ノリ不作等第三者委員会」において、有明海の環境変化の原因を探求し、その回復の方策を探る総合的な調査の一環として、諫早湾干拓事業についての開門調査の進め方についての考え方を示した「見解」が取り纏められ、その実施については行政に判断が委ねられたところです。

農林水産省においては、この「見解」の趣旨等を踏まえ、①調整池に短期間海水を導入して水質、水位

*九州農政局整備部

等の変化の観測を行う短期開門調査、②諫早干潟に類似した現存干潟において、かつての諫早干潟の水質浄化機能を推定する干潟浄化機能調査、③有明海全体の流動、水質等の状況を再現するコンピュータ解析を行い、諫早湾干拓事業による流動、水質等の変化を推定する流動解析等調査を組み合わせた開門総合調査を実施することとし、短期開門調査（海水導入）の実施にあたっては、長崎県や地元関係者の方々の理解を得るべく、排水門を開けることによって、被害が生じることがないように、調査を実施していく旨の説明が進められましたが、地域の関係者からは、海水導入による漁業や背後地への影響について予測不可能な点が多く、地元には多くの不安があるとして強い反対の意向が示される状況となりました。しかし、省をあげて関係者の理解を得るためのねばり強い努力が重ねられ、ギリギリの段階で地域から実施の容認が得られたところです。

この結果、農林水産省においては、現在、短期開門調査を含む開門総合調査を実施しているところであり、これにより諫早湾干拓事業による有明海への影響をできる限り量的に把握することとしています。

有明海と諫早湾干拓の環境的な関係を述べさせていただきますと、有明海全体に対し諫早湾干拓が占める割合は海面面積で2%、流域面積・流入水量で3%程度であり、栄養塩類等の流入負荷もほぼ同程度と推定されています。また、潮流速の変化を潮受堤防締め切り前後の調査結果と比較しますと、湾内では流速の低下が見られるものの、湾口に向かうに連れて減少幅は小さくなり、湾外では一様な変化傾向は見られません。

一方、有明海の環境悪化の要因としては、流域住民の生活水準の向上に伴う汚濁物質の流入増や各種の流域開発、採炭後の海底坑道の陥没、地球温暖化に伴う海水温、潮位の上昇、ノリ漁業者自身の不適切な酸処理剤の使用等様々な要因が新聞等で報じられています。

ちなみに、平成13年度漁期のノリ生産は天候にも恵まれ、特に福岡、佐賀両県では史上最高の販売枚数となったことは皆さんもご存知のとおりです。

有明海では最近、海域の環境改善を目指して、行政と地域が一体となり河川、海岸線の清掃、農業集落排水事業等の一層の推進に取り組んで来ていますし、また、漁業者自らも酸処理剤の適正使用、ノリの減柵、干潟の耕耘に努めるようになって来ました。

有明海の再生は関係者ひとしく望むものであり、現状を踏まえて行政機関や沿岸の地域住民一人一人が何をなすべきか、開発事業と環境とをいかにバランスさせるか、知識の共有と十分な議論により現実的な対応方策を講じていく必要があるように思います。

幹線用排水路系における除草管理軽減に関する試験研究

大久保 博*
(Hiroshi OOKUBO)

前 川 勝 朗*
(Katurou MAEKAWA)

岡 田 祥 一*
(Syouti OKADA)

曾 我 美 一**
(Yoshikazu SOGA)

遠 藤 紫 朗***
(Shirou ENNDYOU)

目 次

I. はじめに13
 II. 試験の概要と方法13
 III. 法面保護に関する結果と考察15

IV. 植物の生育状況および雑草の進入抑制に
 関する結果と考察16
 V. 各植生工の評価18
 VI. まとめ及び今後の課題20

I. はじめに

用排水路等農業水利施設周辺の除草管理には多大の労力を要しているという。そこで実際の除草管理に関する現状を把握するために、山形県庄内地域の5つの土地改良区の代表者284名(回収数248)および各土地改良区の担当者を対象に、用排水路の除草に関するアンケート調査および聞き取り調査を行った。改良区の中には従来の無償の夫役に頼ることが困難となり外部発注のため年間2000万円をこえる費用が顕在化し負担しているところがあった。それだけ除草管理やコストを軽減したいという希望は強く、短草(アジュガ)を植栽することによって除草作業を軽減する試みもなされていた。除草には多大の労力を要するが、一方で雑草は法面保護の役割も果たしていることが想定されるため、短草を導入する場合は、法面保護の機能からも併せて検討することが必要であると考えられる。そこで本研究では、新たに施工された水路法面で試験区を設けて、短草導入による法面保護と雑草の侵入抑制の2面からいくつかの法面保護工について比較検討した。

II. 試験の概要と方法

1. 試験植生について

2000年12月に行ったアンケート調査(回収率は87.3%)の結果、除草の必要性を感じる草丈は、

「40~50cm位」の膝丈位という回答が48.6%を占め最も多かった。除草の回数は6月から9月まで月1回の計4回が最大の回数であるが、1回や4回のところは10%以下で、年に2回ないしは3回が大部分であった。また、実施時期は6月が最も多く、除草を必要とする草丈である40~50cmは、6月頃の雑草の草丈を示していると推測される。以上の結果から、試験植生として採用したものは40~50cm以下の短草であるリュウノヒゲ、アジュガ、ホワイトクローバー、普通配合芝および短草配合芝とした。

2. 試験地概要及び方法

調査地は、山形県東余目町大字古閑地先の新設された北楯大堰放水路左岸である。5月下旬から6月上旬にかけて施工された放水路法面に試験区を8区設定した(図-1)。

表-1は各試験区の植生の種別や密度などを示



図-1 試験地の概要(2001年8月31日撮影)

*山形大学(Tel. 0235-28-2945)
 **水資源開発公団企画部
 ***会津農業水利事業所

表一 試験植生工の概要

試験区	試験植生	価額	植生方法	備考
①	リュウノヒゲ (10cm 間隔)	14,000 円/㎡	苗植工	ユリ科の多年草で分けつ地下茎で繁殖。繁殖力は緩慢であるが耐乾性、除草剤耐性が高い。
②	リュウノヒゲ (15cm 間隔)	6,160 円/㎡	苗植工	
③	リュウノヒゲ (20cm 間隔)	3,500 円/㎡	苗植工	
④	アジュガ (20cm 間隔)	5,025 円/㎡	苗植工	シソ科の多年草でほふく茎および分けつで繁殖。繁殖力旺盛。
⑤	ホワイトクローバー	193 円/㎡	播種工	マメ科の多年草で、土壌を選ばず地上ほふく茎を広く伸ばす。
⑥	芝 (普通配合)	170 円/㎡	播種工	配合種構成; (長) トールフェスク, (短) クリーピングレッドフェスク, (長) ベルニアルライグラス, (長) オーチャードグラス, (短) ケンタッキーブルーグラス, (長) ウィーピングラブグラス, (短) レッドトップ, (短) ホワイトクローバー
⑦	芝 (普通配合) (10 月刈取り)	170 円/㎡	播種工	
⑧	芝 (短草配合)	170 円/㎡	播種工	配合種構成; (短) クリーピングレッドフェスク, (短) ケンタッキーブルーグラス, (短) パーミューダグラス, (短) ハイランドベントグラス, (短) レッドトップ

したものである。植生による保護工としては、苗植工と播種工に大別される (新田ら, 1976) が、⑤のホワイトクローバー区は種子をまきコモと呼ばれるわらで土壌表面を覆う。また⑥⑦⑧の芝区はわらしばに種子を吹き付けたもの (植生マット) で法面を覆った。よってそれらの効果も評価されることになる。⑦の芝 (普通配合) 区は10/18に草刈を行ったが、試験の終わりに近いために草刈の影響は明確ではなかった。

試験区形状は1.2×2.4m、法勾配1:1.5 (傾斜約33度)、傾斜方向北東面、土質区分は粘土質シルトである。各試験区の周辺は高さ30cm (埋設深15cm) の板で囲い、下流端には流出水と流出土砂を受ける土砂貯留槽 (約0.2m³) を設置した (図-2)。施工後は追肥その他の人の手を加えないで自然経過に任せた。法面保護機能を検討するための降雨量、流出量及び流出土砂量の他に短草植生による雑草の抑制効果をみる為に植栽した短草植生の草丈の測定及び侵入した雑草の調査を行った。なお、降雨量は試験区から20m程離れたカルバート水路天端に雨量計を設置し10分降雨量を測定した。

流出水と流出土砂混じりのサンプルは、24時間以上放置した後、上澄みのみをよく攪拌し250 mL採水ビンに3サンプルを取り出し、SS濃度を測定しその平均から上澄み中の土砂量を求めた。

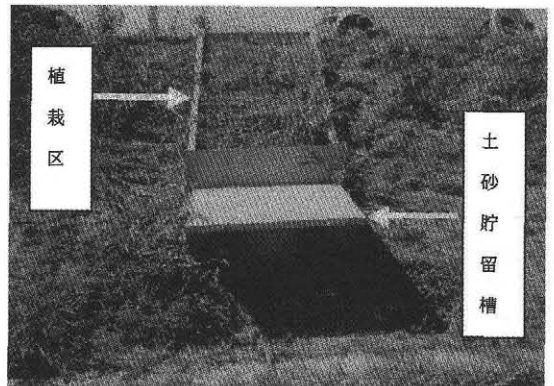
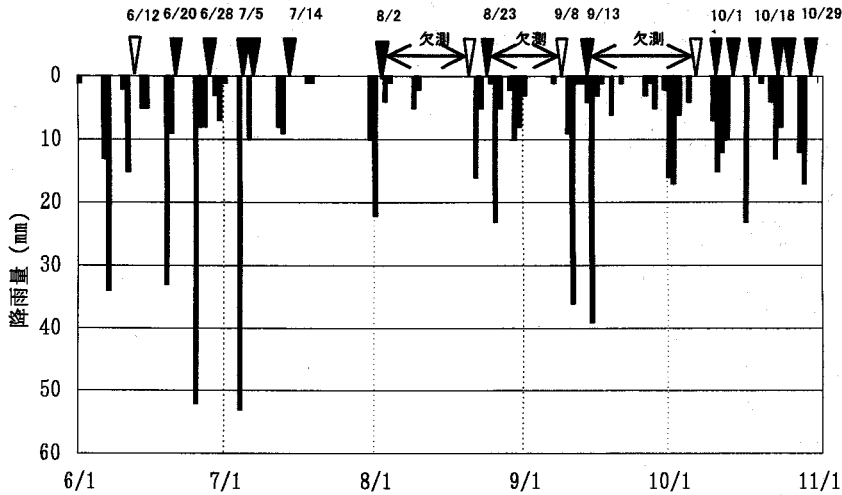


図-2 試験装置の概要 (2001年8月14日撮影)

残った沈殿した土砂は乾燥機 (60~80°C) で乾燥させ、上澄み中の土砂量を加えて全土砂量とした。採取した量が少量であれば、全量を乾燥させ全土砂量を求めた。なお、水量は重量により求めた。

各試験区における試験植生の草丈 (全長) の測定は次の方法により行った。各試験区の上端から60cm, 120cm, 180cmの3地点周辺でランダムに4個体ずつ計12個体の草丈を金尺で測定し、その平均を試験植生の草丈とした。6月から11月にかけて計16回行った。

また雑草の植生調査は、8月 (14・18日)、9月 (18日)、10月 (15・18・19日) の計3回を行った。各試験区を10×10cm間隔のメッシュでひもを張り、1/10縮尺で方眼用紙12×24cmを用いて雑



図一 3 観測期間中の日降水量

草の被覆をスケッチした。雑草の種別、個体別にそれぞれ株の位置と草丈（全長）を記入した。スケッチのデータを元に、 5×5 cmのセルごとに雑草の種別を番号で記入しカウントした。被覆率は、カウントしたセル数を全セル数（ $24 \times 48 = 1152$ セル）で除して求めた。

III. 法面保護に関する結果と考察

1. 降雨データについて

図一 3は、調査期間中の日降雨を示したものである。図中の黒の印が採取日である。施工当初の7/4に最大日降雨量53mm、6/25に52mmを記録した。観測期間中に14回の土砂（水）を採取した。表一 2は、採取したサンプルに対応する総降雨・前期降雨・一雨降雨および最大降雨強度を示したものである。総降雨量は降雨記録（10分降雨）から求めた、平均降雨強度（mm/h）は、期間内の10分降雨量の平均から1時間当りの値として求めた。

2. 表面流出量および流出率

採取日毎の表面流出量は表一 3の通りである。総降雨に対する表面流出量の割合として求めた表面流出率を図一 4に示した。アジュガ区において7月中旬まで極めて高い値を示すが、それ以降は苗植工（①，②，③，④）よりも播種工が高い傾向にある。

3. 流出土砂量および土砂濃度

流出土砂量を表一 4に示す。7月初旬までの降雨量が大きいこともあって、土砂量の半数は7月初旬までのものである。観測期間中の土砂量の合

表一 2 対象降雨量および平均降雨強度（単位mm）

採取日	総降雨量 (対象降雨)	前期降雨	一雨降雨	平均降雨強度 (mm/hr)	最大降雨強度 (mm/hr)
6/20	52	74	42	6.2	12
6/28	68	67	68	6.3	12
7/5	64	88	53	10.1	30
7/7	10	132	10	6.0	6
7/14	17	74	17	6.8	12
8/2	34	2	32	8.9	36
8/23	21	7	21	6.6	12
9/13	47	29	47	6.4	12
10/11	7	54	7	6.0	6
10/14	37	54	44	10.6	42
10/18	23	37	23	9.2	30
10/24	18	68	17	8.3	18
10/25	8	68	25	6.0	6
10/29	29	49	29	7.0	18

注 1. 前期降雨は一雨降雨の降り始めから2週間前までの降雨

2. 一雨降雨とは、24時間以上の降雨のない期間を含まないひとまとまりの降雨

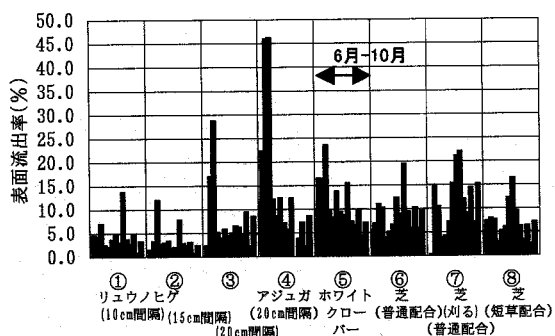
計を小さい順に並べると、芝（短草配合）区、ホワイトクローバー区、芝（普通配合）区、リュウノヒゲ区、アジュガ区の順となっている。わらむしろやコモで法面を覆っている播種工に高い保護能力が見られた。苗植工においては植栽密度に比例した結果となっている。図一 5は、各降雨時の平均土砂濃度を表したものである。流出率では播種工が苗植工に較べ高い値であったが、土砂濃度は播種工の値は低い。つまり、播種工の流出率が高いのは、コモやわらが大きな要因と考え、土砂濃度が低いことも納得できる。それに較べ苗植工では流出率は必ずしも植栽密度と比例はしていないが、土砂量は植栽密度に比例する関係が見られる。

表一 3 降雨毎の表面流出量

採取日	総降雨	リュウノヒゲ (10cm間隔)	リュウノヒゲ (15cm間隔)	リュウノヒゲ (20cm間隔)	アジュガ (20cm間隔)	ホワイト クローバ ー	芝 (普通配合)	芝(普通配合) (草刈有)	芝 (短草配合)
6/20	52	2.3	0.7	1.1	11.5	8.5	3.5	0.0	3.7
6/28	68	2.8	2.2	11.4	31.1	11.1	7.4	10.1	5.3
7/5	64	4.4	7.6	18.3	29.5	14.9	6.5	6.6	4.8
7/7	10	0.2	0.2	0.5	1.2	1.0	0.4	0.4	0.3
7/14	17	0.3	0.5	0.6	1.4	1.4	0.8	0.7	0.9
8/2	34	1.2	1.1	2.0	4.2	4.6	2.2	2.4	2.0
8/23	21	1.0	0.4	0.9	1.5	2.0	2.6	3.2	2.5
9/13	47	1.3	0.9	2.3	2.6	4.1	4.1	9.8	7.7
10/11	7	1.0	0.5	0.4	0.9	1.1	1.4	1.5	0.7
10/14	37	1.3	1.0	2.2	-	2.7	3.4	4.4	2.2
10/18	23	0.6	0.5	1.0	0.8	1.5	1.3	2.1	0.7
10/24	18	0.6	0.4	1.2	0.9	1.2	1.3	1.9	0.8
10/25	8	0.1	0.0	0.2	0.2	0.3	0.5	0.6	0.2
10/29	29	0.9	0.6	2.4	2.4	2.0	2.7	4.4	2.0
total	435	18.0	16.6	44.6	88.2	55.8	38.2	48.1	33.9

注) 1. 10/14のアジュガ区は欠測。

2. 10/11;貯水槽の蓋が8ヶ所とも約20cm程度開けられており、流出量が多めている。



図一 4 表面流出率 (%)

4. 小動物の侵入による流出土砂量

リュウノヒゲ区の10cm間隔区の10月11日20.6g, 同じく15cm間隔区の10月14日の27.9gおよび20cm間隔区の10月18日の236.1g, これらの土砂が採取された際に, 試験区内に小動物による穴が認められ, 貯留槽内土砂は団塊状であった。また, 11月17日には芝(短草配合)区の土砂貯留槽でネズミの死骸(図一6)が確認された。これらのことから, リュウノヒゲ区の流出土砂には, 小動物の影響が含まれていると考えられる。

IV. 植生の生育状況および雑草の進入抑制に関する結果と考察

1. 各試験植生の生長過程

各試験植生の生長過程を草丈の変化として示すと図一7の通りである。各区の試験植生は芝(普通配合)区で50cmを超える時があるものの, ほぼ40cm以下を保っている。

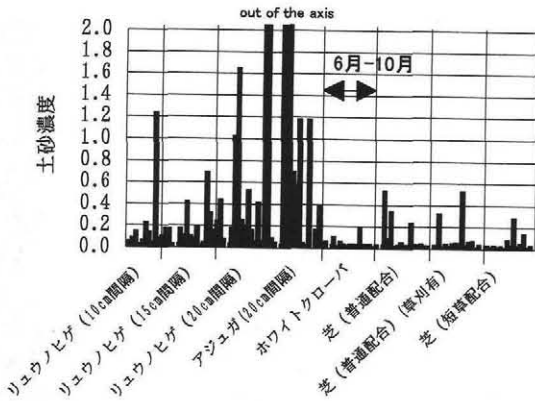
リュウノヒゲ, アジュガはほぼ植栽当初の草丈を保ち, 個体密度に特に変化はみられなかった。芝区は徐々に生長し, 7月中旬に生長が安定する。ホワイトクローバーは試験期間を通して生長を続け, 11月に雑草枯れた後も全面を覆っている(図一8)。芝(短草配合)区は7/20の時点で雑草の被覆が100%に達した(図一9)。

2. 各試験区における雑草侵入状況(被覆率・草丈・個体数・出現種)

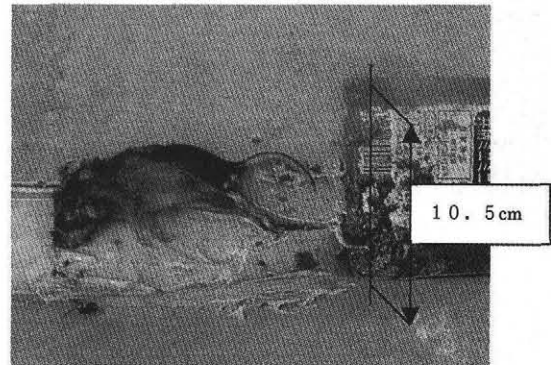
雑草の植生調査の結果は, 表一5の通りである。リュウノヒゲ区では種数・個対数が比較的多く, 芝区で被覆率・草丈が大きい結果が得られた。アジュガ区は雑草の草丈は低いものの被覆率は高くリュウノヒゲに比べアジュガそのものの草丈が低いことが原因と思われる。ホワイトクローバー区は季節を通して雑草の個体数が最も少なく, 雑草の侵入を抑制していると思われる。なお9月のホワイトクローバー区においてのみ被覆率の測定方法が異なるので以下に示す。この区におけるメヒシバのスケッチが時間的に困難であったため, メヒシバの被覆の範囲(624セル)を大まかにスケ

表一 4 降雨毎の流出土砂量

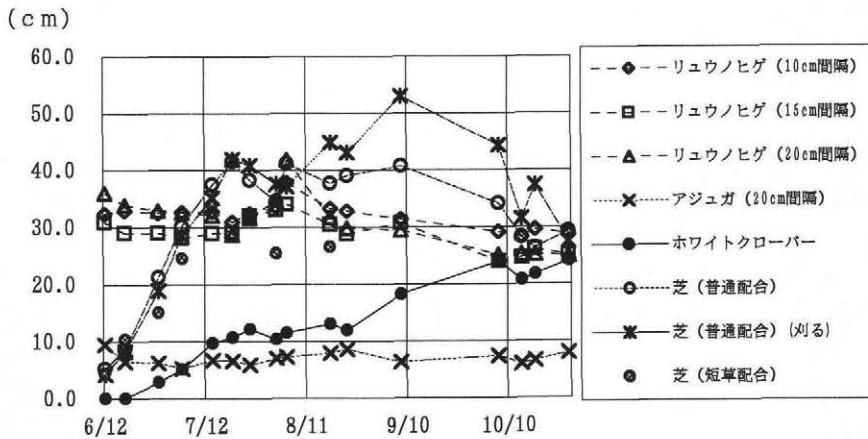
採取日	総降雨	リュウノヒゲ (10cm間隔)	リュウノヒゲ (15cm間隔)	リュウノヒゲ (20cm間隔)	アジュガ (20cm間隔)	ホワイトク ローバー	芝 (普通配合)	芝(普通配 合)(草刈有)	芝 (短草配合)
6/20	0.1248	6.5	21.2	21.7	617.1	12.6	65.2	3.6	3.3
6/28	0.1632	13.8	17.5	166.3	850.6	2.5	14.5	51.2	2.5
7/5	0.1536	21.3	63.5	252.2	739.8	8.5	51.5	1.5	4.2
7/7	0.024	0.6	2.4	6.0	16.6	0.8	0.4	0.9	0.4
7/14	0.0408	2.3	3.2	8.0	23.2	1.0	1.3	0.6	0.9
8/2	0.0816	17.8	15.2	42.6	96.0	2.7	4.1	3.7	0.6
8/23	0.0504	6.8	0.9	8.1	2.0	1.7	1.4	2.6	4.0
9/13	0.1128	4.5	4.6	6.7	2.8	3.1	2.9	5.2	3.0
10/11	0.0168	20.6	11.5	6.9	19.7	3.2	3.9	8.8	4.7
10/14	0.0888	6.8	27.9	5.1	欠測	2.8	3.2	2.5	2.2
10/18	0.0552	5.7	8.4	236.1	9.1	1.5	1.6	3.5	2.6
10/24	0.0312	5.3	7.4	89.6	11.7	1.0	1.2	2.1	4.2
10/25	0.0192	3.2	8.3	1.6	0.9	0.2	0.4	0.2	0.3
10/29	0.0696	1.4	4.9	3.0	3.8	1.8	1.7	2.2	1.8
total	1.032	116.5	196.7	853.7	2393.2	43.4	153.1	88.5	34.8



図一 5 流出土砂濃度 (g/m³)



図一 6 土砂貯留槽で確認されたネズミ



図一 7 試験植生の草丈生長推移

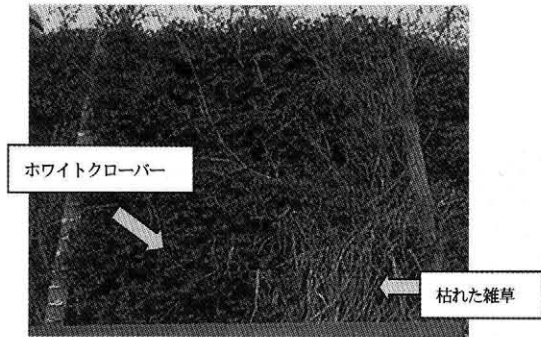


図-8 ホワイトクローバー区の試験植生
(11月24日撮影)



図-9 芝区 (雑草配合) 7月20日撮影

表-5 雑草植生調査結果

試験区	被覆率 (%)			平均草丈 (cm)			個体数			種数		
	8月	9月	10月	8月	9月	10月	8月	9月	10月	8月	9月	10月
①	25.0	66.1	49.0	36.2	44.9	41.6	44	69	49	9	20	15
②	40.2	53.0	70.1	35.0	47.4	54.8	65	84	51	16	26	13
③	45.8	83.4	37.9	46.4	69.1	60.0	83	65	39	14	17	15
④	72.1	91.1	61.1	33.5	53.0	53.6	43	35	45	8	9	8
⑤	26.0	50.4	52.3	51.0	52.0	51.9	23	28	30	7	7	7
⑥	55.5	76.1	36.3	71.9	80.6	65.0	33	32	34	6	6	7
⑦	41.2	82.0	69.9	75.0	60.5	76.4	29	46	30	11	11	10
⑧	100	100	100	121.7	101.7	61.3	88	72	80	4	5	5
平均	50.7	75.3	59.6	58.8	63.6	58.1	51.0	53.9	44.8	9.4	12.6	10.0

※⑧区は雑草の被覆が著しく、試験区の1/4を測定したものを4倍したものである。

ツチした。そして鉛直真上の方向から写した2枚の写真(試験区内80×80cm, 50×70cm)よりスケッチ同様にセル上にプロットした後に、それぞれのメヒシバの被覆率を求めた。その結果2枚の写真それぞれは19.5%, 35.7%であり、二つの平均である27.6%を上記のスケッチに適用してメヒシバの被覆率を求めた。

3. 雑草優占順位

(1) 優占度の計算方法

平均被覆率の順に並べると、おおよその優占順位を知ることが出来るが、草丈を加味して優占度(SDR)を求めた。まず試験地の種ごとの平均被覆率、平均草丈の最高の値を100としてそれぞれの相対値を求め平均被覆率比数(C'),平均草丈比数(H')とする。両者の平均値を積算優占度といい(高野信雄ら,1989),これによって群落内の優占順位を求めた。

$$SDR = (C' + H') / 2 \quad \dots (1)$$

(2) 各試験区での優占度

上記の(1)式により各試験区での各種の優占度を算定し、優占順位を求めた。最も雑草の繁茂が著しい9月の優占順位を示す(表-6)。各試験区の上位種はほぼ同様に、メヒシバ・ケイヌビエ・アキノエノコログサ・イヌビエ・オオイヌタデなどの種が上位を占めている。なお、⑧区はケイヌビエ・メヒシバが全体を覆いつくし、他と較べ異常な状況であり、客土に種子が混入していた可能性が考えられたために除外した。

(3) 全試験区での雑草優占度

最も雑草繁茂の著しい9月の全試験区(⑧区を除く)を通した優占度上位10種の生活型を表に示す(表-7)。一年草の割合が高くなっている。株を形成するそう生型の割合が半分を占め、中でもほふく型でもあるケイヌビエ、メヒシバの優占度が際立って高い。この状況は計算で除いた⑧区がもっと顕著であった。改良区への聞き取り調査からも除草にやっかいな雑草の種としてこの二つの名前があげられ、それを裏付ける結果となった。

V. 各植生工の評価

1. 法面保護と雑草抑制の効果

雑草の抑制効果をみるために、最も雑草が繁茂した9月の雑草調査項目(被覆率・平均草丈・総個体数)の各区の値をホワイトクローバー区の値で除して求めた値を用いた。

また、土砂流出については観測された流出土砂量の合計値をとり比較する(図-10)。

リュウノヒゲ区では種数、個体数が多くても草丈は低く、目立って被覆に影響していなかった。流出土砂量は植栽密度に比例した結果となった。アジュガ区は被覆率、流出土砂量ともに全体で2

表一6 各試験区での優占順位（9月）

リュウノヒゲ (10cm間隔)	SDR	リュウノヒゲ (15cm間隔)	SDR	リュウノヒゲ (20cm間隔)	SDR	アジウガ (20cm間隔)	SDR	ホワイトクローバー	SDR	芝 (普通配合)	SDR	芝 (専有)	SDR
メヒシバ	84.8	メヒシバ	89.8	ケイヌビエ	100	メヒシバ	83.3	ケイヌビエ	86.8	ケイヌビエ	90.1	ケイヌビエ	94.3
ケイヌビエ	76.1	オオイヌタデ	67.5	メヒシバ	90.5	ケイヌビエ	63.8	アキノエノコログサ	82.3	メヒシバ	59.5	アキノエノコログサ	51.9
オオイヌタデ	60.7	イヌビエ	66.0	アキノエノコログサ	70.0	アキノエノコログサ	45.3	メヒシバ	63.6	イヌビエ	55.3	イヌビエ	51.5
イヌビエ	55.5	ケイヌビエ	55.4	オオイヌタデ	56.7	イヌタデ	27.4	スギナ	25.5	オオイヌタデ	53.5	オオイヌタデ	45.6
アキノエノコログサ	50.0	ケイタドリ	41.5	エノコログサ	42.2	ヤハズグサ	25.5	オオイヌタデ	19.8	イヌタデ	21.1	オヒシバ	43.9
イヌタデ	47.3	不明	40.2	イヌタデ	37.2	スズメノヒエ	18.4	カヤツリグサ	18.7	イヌホウズキ	13.6	メヒシバ	36.8
ケイタドリ	39.7	アキノエノコログサ	36.3	オヒシバ	31.1	カヤツリグサ	12.0	イヌタデ	18.0			イヌタデ	28.1
エノコログサ	33.4	オヒシバ	32.4	スカシタゴボウ	26.8	スギナ	12.0					カヤツリグサ	18.7
ヨモギ	19.1	イヌホウズキ	27.8	ケイタドリ	24.9	ヨモギ	6.9					不明(チガヤ?)	14.2
スギナ	14.9	ホソバアキノノゲシ	26.8	クサネム	24.6							タウコギ	13.1
クララ	14.8	コブナグサ	26.0	カヤツリグサ	20.5							クローバー	11.6
エノキグサ	14.0	カヤツリグサ	25.8	ミノソバ	19.2							(植栽されたものである可能性あり)	
アカハサ	11.5	キシウスズメノヒエ	24.7	スギナ	14.3								
トキンソウ	10.0	スギナ	20.8	シロザ	13.5								
エゾタチカタバミ	9.3	オニノゲシ	19.5	メマツヨイグサ	13.4								
オオアレチノギク	8.9	タマガヤツリ	18.2	オオアレチノギク	12.8								
ヒメジソ	8.9	コニシキソウ	17.1	チチコグサモドキ	12.5								
アメリカアゼソ	8.2	ヨモギ	16.5										
不明	7.8	エノキグサ	16.5										
アオミス	7.1	ツククサ	16.3										
		ベンケイソウ科	13.2										
		ヘラバヒメジヨオン	13.2										
		エゾタチカタバミ	12.6										
		オオアレチノギク	12.3										
		不明	11.1										
		不明	9.8										

表一7 優占度上位10種と生活型

種名	SDR	休眠型	地下器官	生育型	平均草丈(cm)
ケイヌビエ	96.3	一年草	ほふく茎	そう生型・ほふく型	85.4
メヒシバ	86.2	一年草	ほふく茎	そう生型・ほふく型	73.1
アキノエノコログサ	59.1	一年草	なし	そう生型	92.2
イヌビエ	53.9	一年草	なし	そう生型	83.5
オオイヌタデ	50.1	一年草	なし	直立型	80.1
オヒシバ	34.5	一年草	なし	そう生型	62.7
エノコログサ	34.4	一年草	なし	そう生型	60.8
不明	33.7	-	-	-	62.0
イヌタデ	32.8	一年草	なし	直立型または分岐型	56.2
ヤハズソウ	30.0	多年草	根茎大	直立型または分岐型	55.0

※⑧区を除いた9月の各区全体の種類ごとの優占度。平均草丈も全体の平均草丈が最も高かった9月のものである。

番目に多い値となっている。ホワイトクローバー区は芝区と同じ播種工ではあるが雑草個体数、被覆率ともにそれほど高くない。芝区は流出土砂量を抑える効果に長けており、雑草の個体数が比較的少ないにもかかわらず被覆率は大きい。

図中の指標は次のように求めたものである。雑草をマス（全量）で考えると、それは個体数×平均草丈に比例すると考えられる。さらに除草作業を考えるとそれらの分布の状態も関係すると思われる。分布の状態は被覆率で表現できるとすると、

雑草の抑制効果は個体数×平均草丈×被覆率で表される。図中の指標は、さらにこの値を比較のためにホワイトクローバー区の値で除したものである。図一10によれば、ホワイトクローバー区が土砂流出および雑草の抑制効果双方からみて最も効果がある植生工であることがわかる。

2. 特定の優占種に対する抑制効果

同様に各区において雑草が著しく優占しているケイヌビエとメヒシバの2種のみに着目して侵入状況を比較した（図一11）。芝（短草配合区）は

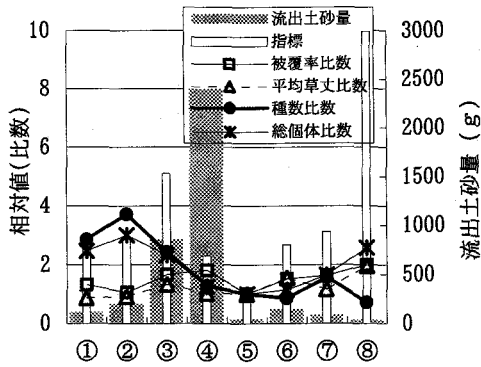


図-10 各植生工の比較

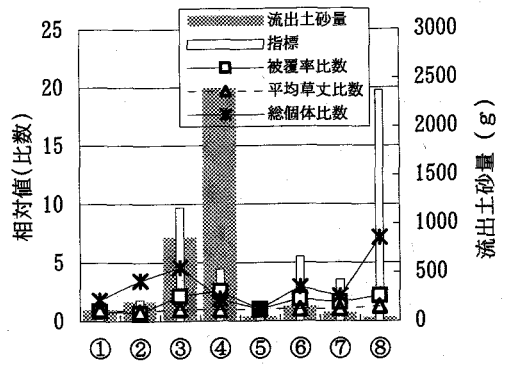


図-11 各植生工の比較
(ケイヌビエ・メヒシバに対する場合)

完全に覆われているのがわかる。リュウノヒゲ区では植栽間隔が広がるにつれて侵入しやすいと考えられる。アジュガ区では個体数はリュウノヒゲ区ほどではないが被覆率は最も大きい結果になっている。ほふく型の雑草は、各個体が株を形成しほふくして侵入を広げられるかどうか被覆率に大きな影響を及ぼすと考えられる。ホワイトクローバー区は、ホワイトクローバーが全面に繁茂しているために極めて侵入を抑制している。芝区の被覆率は⑦⑥⑧の順に個体数に比例して大きくなっている。また、上記の指標により見ると、ホワイトクローバー区、リュウノヒゲ区 (10cm間隔) およびリュウノヒゲ区 (15cm間隔) は、ケイヌビエ・メヒシバに対して同程度の抑制効果があることがわかる。つまりリュウノヒゲ区は選択的な抑制効果に優れていると言えよう。雑草の多様性が議論されるような場合には注目すべき特徴であると思われる。

VI. まとめ及び今後の課題

苗植工は、播種工に比べ法面保護 (土砂流出抑制) 効果は小さい。またコストもかかり、既存の用排水路敷内への広域的な導入は不適である。播種工の中でも短草配合の芝区は雑草の侵入抑制効果が小さい。試験結果を総合するとホワイトクローバーが最もよいと思われる。

今回の試験は造成直後のさら地へ植生工をほど

こした訳だが、既に雑草が存在する既存の法面へ播種する場合の試験をする必要があろう。同時に、広域的に播種する場合には、コモを利用しない方法について検討する必要がある。

謝辞

本試験研究は、平成13年度農業土木学会の助成を得て、事業所と大学との技術交流をはかりながら実施したものである。さらに、東北農政局管内農業農村整備事業推進方策検討委員会 (委員長 小林裕志教授, 北里大学) での討議およびご指摘は非常に有意義であった。また、草種の同定には、山形大学非常勤講師の水野重紀氏の多大なる御助力を得た。

本調査にあたり河川研究室の大学院生、3年生および4年生に協力いただいた。

以上の方々にここに記して謝意を表する次第である。

(引用・参考文献)

- 新田伸三・小橋澄治 (1976) : 土木工事ののり面保護工, 鹿島出版会, p.114
- 農水省構造改善局 監修 (1998) : 設計基準 設計「農道」, 農業土木学会
- 高野信雄ら監修 (1989) : 粗飼料・草地ハンドブック, 養賢堂, p.159

愛知用水における水路改築工法について —コンクリートブロック上張り工法による水路改築—

小 川 亘* 藪 田 和 也*
(Wataru OGAWA) (Kazuya YABUTA)

目 次

1. はじめに	21	4. コンクリートブロック上張り工法の概要	22
2. 事業の概要	21	5. 従来工法との経済比較	25
3. 農専区間における水路改築工法の選定理由	22	6. おわりに	26

1. はじめに

従来、既設水路の改築は、既設水路を取り壊した後、新たに新設する水路を施工する方法が一般的であるが、この工法の場合、施工工期が長く仮設規模が大きくなり、産業廃棄物も大量に発生するなど課題がある。

コンクリートブロック上張り工法は、既設水路構造を診断のうえ活用し、既設ライニング上にコンクリートブロック（工場製作の二次製品）を上張りし、所定の機能と水路自体の耐久性を確保した新たな水路改築工法であり、既設ライニングコンクリートの取り壊しや掘削が不要であるので、施工が容易で工期の短縮や工事費の縮減、仮設用地の縮小、産業廃棄物の抑制等が図れる工法である。

2. 事業の概要

愛知用水は戦後の大規模総合開発事業として昭和32年から同36年にかけて建設された長大な水路施設である。木曾川の岐阜県八百津町地点から取水し、知多半島の先端まで送水している。

その後、水需要の増大、水路周辺の都市化の進展、施設の老朽化等に対応するために、水路施設を抜本的に改築する愛知用水二期事業を昭和57年から行っている。

愛知用水の幹線水路（延長約112km）は、農業用水、水道用水、工業用水を通水する共用区間

（延長約85km）と、その下流に位置する農業用水のみを通水する農業用水専用区間（以下「農専区間」という。延長約27km）に分けられる。

- ①事業名 愛知用水二期事業
- ②受益面積 約15,000ha
- ③水利計画 (単位：m³/s)

	農業用水	水道用水	工業用水	合計
現 況	21.514	2.594	6.411	30.519
計 画	21.514	6.465	9.240	37.219

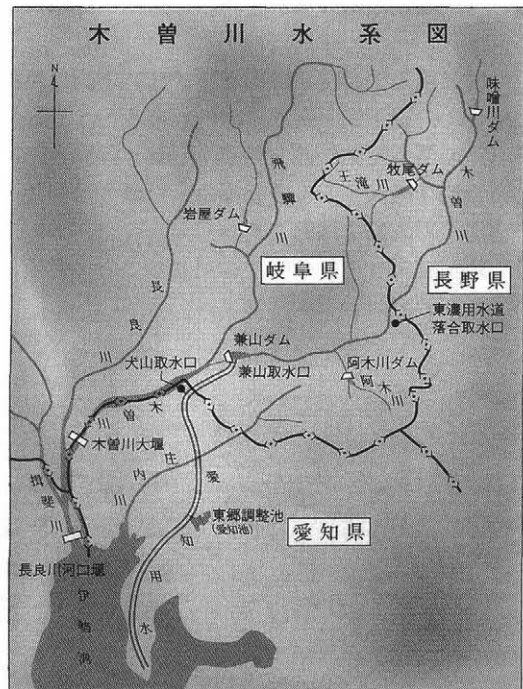


図-1 位置図

*水資源開発公団愛知用水総合事業部 (Tel. 052-804-2396)

- ④主要工事 <幹線水路等施設改築>
 幹線水路 延長約113km (連絡水路約1km含む)
 支線水路 延長約512km
 犬山導水路施設, 可児導水路, 東郷調整池, 前山池, 水管理施設等
 <牧尾ダム堆砂対策>
 堆砂除去 約5,480千 m^3 , 床土工1ヶ所, 貯砂ダム2ヶ所

3. 農専区間における水路改築工法の選定理由

農専区間の既設水路は, 台形断面の土水路に「粗度係数の改善」「雑草の繁茂防止」「流水による浸食防止」等を目的とした薄いライニングコンクリート (対外圧強度を持たない) を施工した構造である。

土水路は, 密度管理によりゾーニング施工された水路で, 盛土部はA型盛土, B型盛土の2種に区分される。A型盛土は, まき出し厚20cm以下で, 転圧回数6回以上とし, 最適含水比に対する乾燥密度は90%に締め固められ, B型盛土は, まき出し厚20cm以下で, 転圧回数を最小2回とされた。また, 機械転圧が十分出来るよう最小幅を2.5mとしていた。切土部も膨張性粘土を置き換える処理を行うなど厳密な施工管理の下に施工された水路である。

今回改築工法の選定にあたっては, 下記の条件を踏まえ, 施工性が良く経済的であるとともに支線水路の需要変動に極力対応するため幹線水路に貯溜機能を確保するよう上幅の広い既設台形断面を活用する改築工法とした。

- ①現況施設を可能な限り活用することによるコストの縮減

- ②工期の短縮
 ③周辺環境に与える影響の極小化
 ④限られた用地内における工費用仮設計画の合理化
 ⑤廃棄物や建設発生土量の削減
 ⑥通年灌漑という条件下での工事施工中の配水管理

4. コンクリートブロック上張り工法の概要

農専区間の水路には計画流量により4つの断面 (8.0 m^3/s , 6.5 m^3/s , 4.0 m^3/s , 2.5 m^3/s) があるが, 次図に示す標準断面図及びブロック割展開図は4.0 m^3/s 断面のものを, ブロック割図は6.5 m^3/s 断面のものである。

(1) 構造概要

本工法は, 既設ライニング背面の大きな空洞については, 後述する調査により予め場所を特定し補修を行うが, 多少のクラックについては, 特に補修せず, 既設ライニング上に吸い出し防止材を布設し, 厚さ80mmのコンクリートブロックを噛み合わせて設置する工法である。

コンクリートブロックは吸い出し防止材の固定, 法面の保護を目的とし, それ自体には, 止水機能や外圧抵抗の強度を持たせず, 仕上がりの粗度係数が大きくならなければよい。

ブロックは, 経済的なRC構造で水路内の断面縮小を最小限に抑えるため極力薄くなるようにし, 施工性を考え150kg程度の重量になるよう寸法を決定した。

形状は当初四つ角を連結する構造としたが, その後改良を加え, 最終的には四辺を合欠状にし, 噛み合わせて設置できる形状とした。

開水路本体は密度管理された土水路であるが,

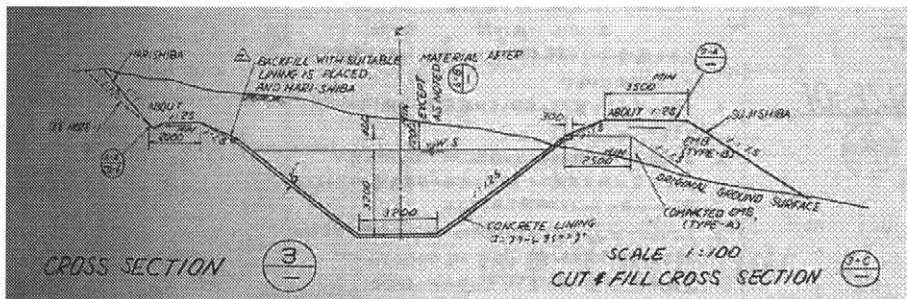


図-2 既設開水路標準断面図

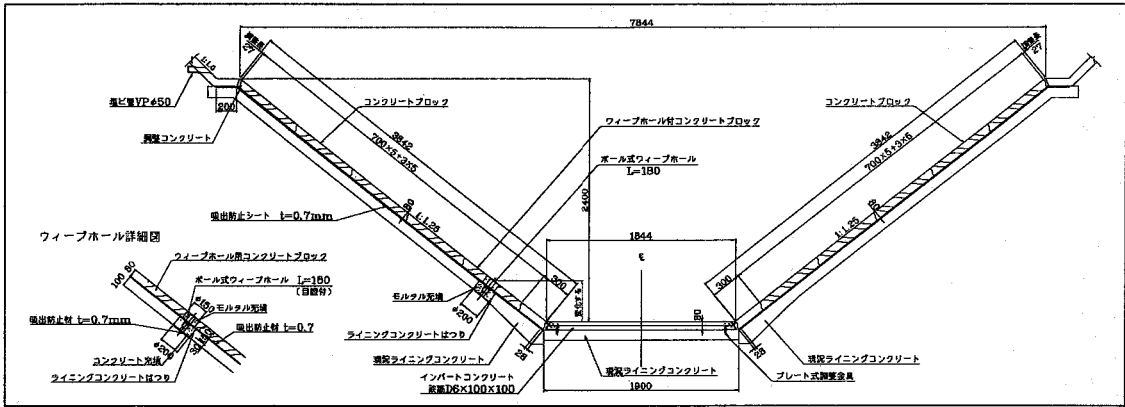


図-3 標準断面図

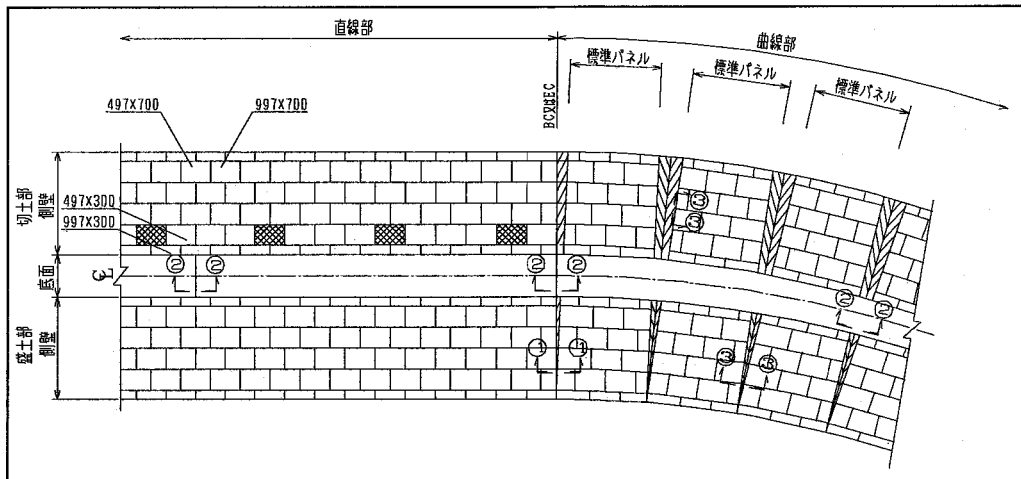


図-4 ブロック割展開図

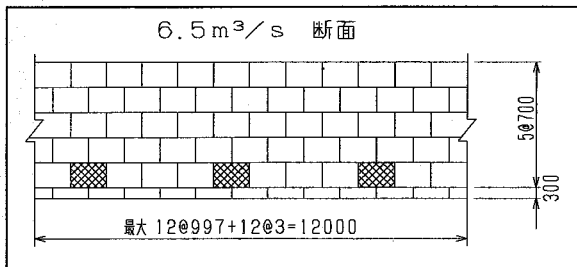


図-5 ブロック割図

以降長く使用するにあたり、ライニングクラックから吸い出しによる空洞化、陥没を防止するため、吸い出し防止材を設置した。

防止材は、透水係数 $3 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ 以上とし、厚さはブロックによる圧縮で透水性が阻害されないよう、0.7mm厚さのポリプロピレンとポリエチレンの2重繊維構造とした。

外水圧によりブロックのズレや孕み出しを防止するため、切土部には逆止機能を持つワイプホールを設置した。盛土部については、地下水位の上昇の恐れがないので設置していない。

(2) 施工概要

既設のライニングコンクリートと新たに設置するブロックとの間に背面土砂の流出防止の目的で吸い出し防止材 ($t=0.7\text{mm}$) を敷設し、アイカキ型のコンクリートブロックを組み合わせ底部から積み上げていく。

コンクリートブロックは標準ブロック (997×700×80) で130kg程度の重量があるため、据付作業にはクローラクレーン (油圧4.9t吊) を使用する。クレーンで吊上げた時に既設ライニング水路の勾配と同様に傾くよう、ブロックの吊上げ位置を検討して据付作業の施工性向上を図っている。

曲線部については、コンクリートブロックで開いた隙間を現場打ちコンクリートを打設している。

(3) 施工フロー

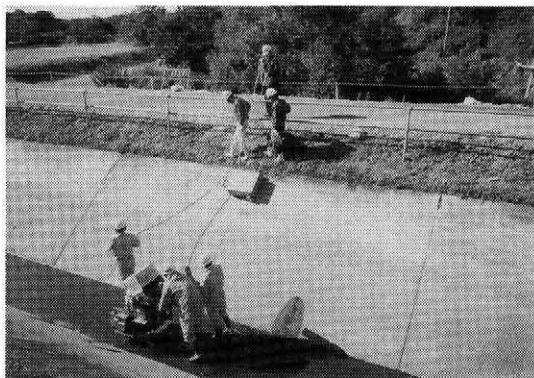
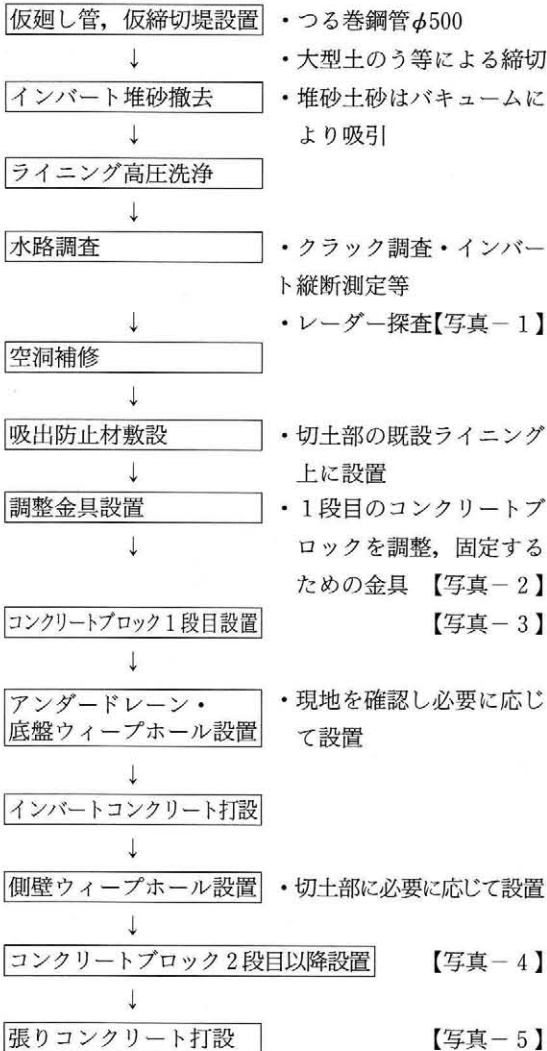


写真-1

(4) 既設ライニング背面の空洞調査と補修方法

土水路構造の安定を確認するためライニング背面の空洞調査は最も重要な調査の一つである。平成10年度，11年度施工ではハンマーによる打音調査を行い空洞の有無を判断した。

しかし，この手法では個人差を完全に払拭できないこと，打音にクラックやライニングの厚さの違いなどが影響すること，空洞がなく健全な状態



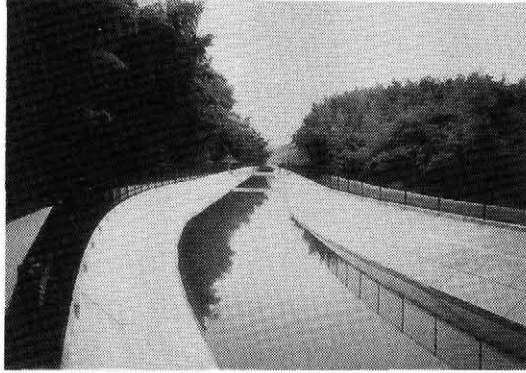
写真-2



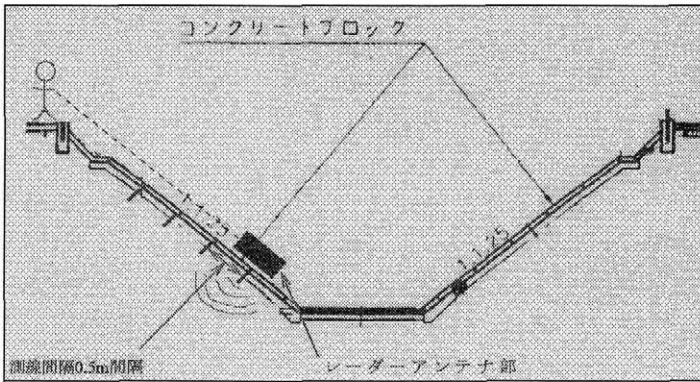
写真-3



写真-4



写真—5



図—6 コンクリートライニング断面図及び調査図

であると判断した場合その根拠が保存できないこと、また全線をハンマーで叩いてまわるのに時間を要することから、より客観性の高い調査方法として平成12年度より地中レーダーを応用した非破壊検査（以下「レーダー探査」という。）を導入した。

レーダー探査とライニングの開削結果を比較して整理した反射パターン区分による検証では、以下のことが確認できた。

- 1) 補修が必要と判定される箇所のうち、空洞深1cm未満の補修不要箇所が8%あった。
- 2) 逆に補修が不要と判定される部分のうち、空洞深4～5cmの補修必要箇所が6%あったが、これ以上深い空洞はなかった。

この結果から、レーダー探査結果とライニング開削結果による補修の必要性の有無に関する相関性は、無筋コンクリートという条件下で9割以上となっており、ハンマー打撃による打音調査を補完的に実施することにより、客観性、迅速性とい

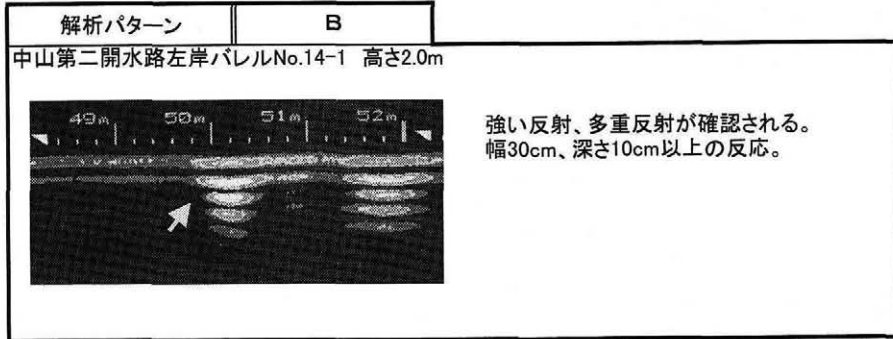
う面からもレーダー探査による判別は有効だと判断できる。

レーダー探査の結果、空洞のある箇所については、ピックハンマーにて50cm四方に取り壊して目視確認した後、空洞の大きさに従ってライニングを壊し、10cm程度の比較的浅い空洞はコンクリートによる充填、さらに深い空洞は粘性土などを充填し表面をコンクリート仕上げとした。

このような空洞が生じる原因は様々であるが、排水処理を併せて行うなど現場状況により対応した。

5. 従来工法との経済比較

開水路工事にかかる土工、本土工及び撤去工にかかる1m当りの直接工事費で比較した結果は下表のとおりである。



空洞周辺のスケッチ

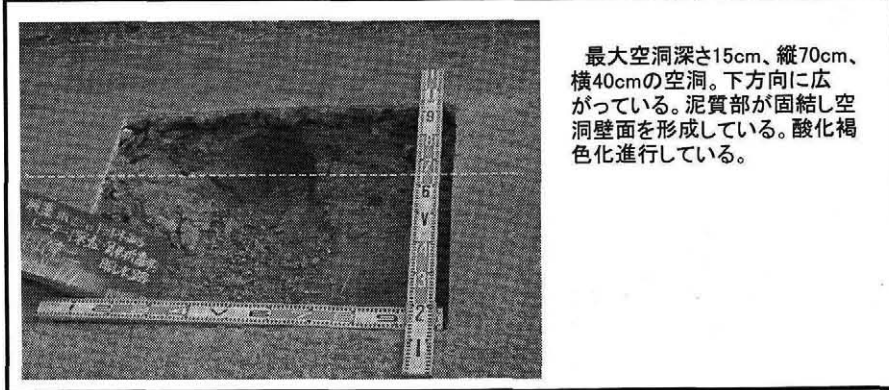


図-7 レーダー探査結果及び開削後の空洞状況 (例)

	従来工法 (フルーム水路)	従来工法 (コンクリートライニング水路)	コンクリートブロック 上張り工法
開水路土工	27,377	9,419	10,507
開水路本体工	144,793	78,278	68,071
構造物撤去工	9,452	9,452	488
空洞補修費	—	—	1,321
計	181,622	97,149	80,387

(単位：円/m)

※計画流量6.5m³/s断面で比較したものである。

6. おわりに

本工法は老朽化した水路の改築を、既設水路を利用し2次製品のコンクリートブロックを上張りするという新たな視点から検討し工夫を凝らした

工法で、施工性の向上、建設コストの縮減、事業工期の短縮等が期待できる技術と考えられる。

今後、愛知用水と同様の水路構造であれば、改築事業の工法選定時の有力候補或いは適用されることが期待される。

管更生工法（ホースライニング工法）の設計・施工について

中村 博*
(Hiroshi NAKAMURA)

上島 菜美子**
(Namiko UESHIMA)

白石 光雄***
(Mitsuo SIRAIISHI)

坂野 和弘****
(Kazuhiro SAKANO)

目 次

1. はじめに	27	5. ホースライニング工法の設計	29
2. 事業地区概要	27	6. 品質及び施工管理基準	35
3. 改修工法の選定	28	7. まとめ	36
4. 管更生工法の概要	29		

1. はじめに

近年の社会経済の発展とともに、これまで農業用水の供給のために布設されてきたパイプライン施設の埋設環境は、大きく変化している。地上部では新たな道路が整備され交通量が増え、地下部では電気、ガス、下水道や上水道などの施設が併設されてきている。一方で耐用年数に達したパイプライン施設の漏水事故などが多発し、事故による周辺構造物へ与える影響が大きいことから、早急な施設の改修が待望されている。

木曾川用水では、道路下に埋設されたRC管及びPC管の継手部からの漏水が著しいため、木曾川用水施設緊急改築事業において改修することと

した。

そこで、管更生工法（ホースライニング工法）の採用に至った経緯，設計，施工計画，品質・施工管理等について紹介し，その中でこの工法の有効性と問題点を報告する。

2. 事業地区概要

岐阜県に位置する木曾川用水上流部（木曾川右岸地区）は、岩屋ダムとこの事業により、美濃加茂市を中心とする農地約3,400haに対し、最大7.00m³/sの農業用水及び岐阜県の都市用水最大2.19m³/sを供給している施設で、その概要を図-1に示す。

これら施設は、昭和51年度の一部通水開始から

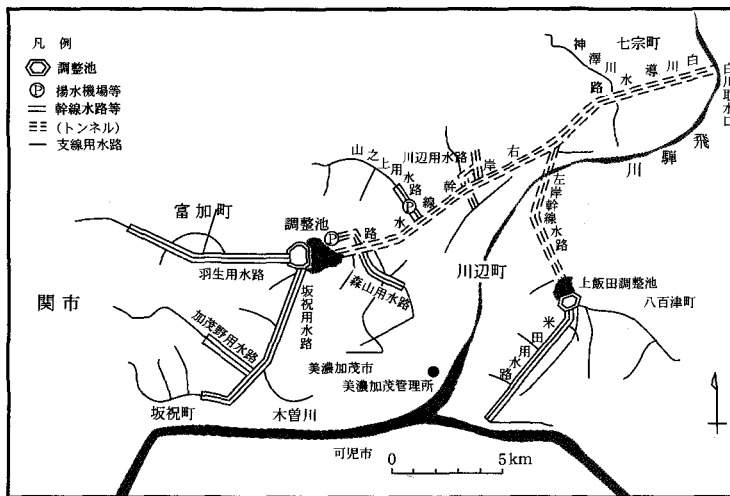


図-1 木曾川用水上流部概要

*水資源開発公団香川用水総合事業所
 **水資源開発公団木曾川用水総合管理所
 ***水資源開発公団利根導水総合管理所
 ****水資源開発公団中部支社 (Tel. 052-231-7548)



図-2 工区詳細図

約20年が経過した平成7年には、老朽化等に伴う管水路や排水路の漏水事故の増加並びにポンプやゲート及び集中監視制御装置等の機械・電気通信設備の損傷が激しく、各施設や水路機能が著しく低下していたため、緊急的に機能回復の必要性が生じている水路及び機械設備等を改築することで、水管理システムを再構築し、施設の安全度向上を図ることを目的として、木曾川用水施設緊急改築事業を実施した。

2.1 工事の概要

今回対象となる米田用水路、米田支線水路は、同地区の東部に位置し、いずれも上飯田調整池を

水源とする自然流下のパイプライン施設である。

また、施設構造はPC管及びRC管で、継目からの漏水事故が少なからず発生している水路である。

工区の詳細図を図-2に示す。

周辺地区は、一部が宅地でほとんどが水田または畑の農耕地帯である。

2.2 米田支線水路

米田支線水路は、調整池直下の米田支線分水工柵を始点とするRC管 $\phi 450\text{mm}$ の用水路である。このうち上流部約590mの改修区間では、幅4mのアスファルト舗装道路の下に米田用水路と併設して埋設されており、途中で交通量の多い国道418号線を横断している。この路面下には他に農水、上水及び下水管が各1本ずつ埋設されており、その後90度に屈折している。

2.3 米田用水路

米田用水路の改修区間は延長約500m、管種はPC管、管径 $\phi 600\text{mm}$ である。米田支線水路の改修区間の下流側に位置し、米田支線水路と上水、下水管とともに幅5mの道路の下に埋設されている。道路の交通量は多いが、水田地帯を通る道路であるため、両側に障害物は少ない。

3. 改修工法の選定

既設管の改修のうち、人力による管内作業が不可能な管径 $\phi 800\text{mm}$ 未満の改修工法としては①開削工法②管更生工法が挙げられる。

いずれの工法を採用するかは、現場条件と経済比較により決定するのが妥当である。

改修区間の標準断面図を図-3、図-4に示す。

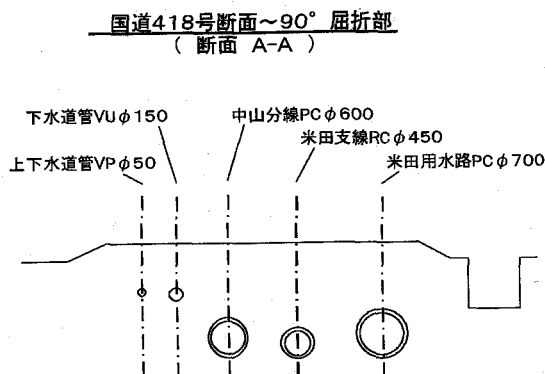


図-3 米田支線水路改修部標準断面図

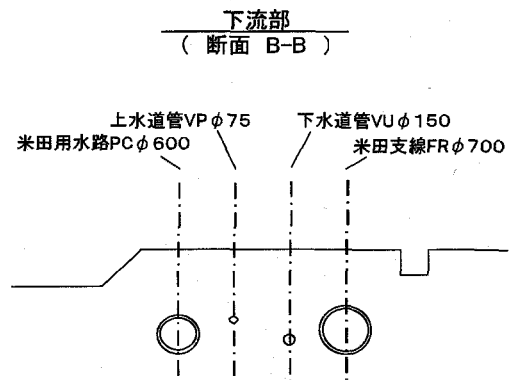


図-4 米田用水路改修部標準断面図

米田支線水路の改修区間については図-3の様に、4m道路に計5本の管が埋設されており、各管の離隔が少ないこと及び交通量の極めて多い国道418号を横断しているため、開削工法では困難である。

米田用水路の改修区間の場合も舗装された幹線農道下にあり、図-4の様に上水、下水管が離隔が少ない範囲に埋設されている。改修区間の農道は幹線道であると同時に生活道、国道418号の迂回路として広く利用されており、交通量も非常に多いことから、開削した場合は全線迂回路が必要となる。

さらに開削の場合は新管に入れ替えとなり、残土や既設管の廃材処分費なども増額となり工事費は割高となる。

経済比較すると、開削工法の1m当たり概算工事費は米田支線水路で55,000円/m、米田用水路で76,000円/mであるのに対し、管更生工法では48,000円/m、60,000円/mとなり、管更生工法の方がいずれの径でも割安となる。従って、経済性、施工性から判断して、当工区の既設管の改修工法は、管更生工法を採用することとした。

4. 管更生工法の概要

4.1 管更生工法の概要

管更生工法とは、既製管を利用した管の改修工法で、非開削で既設管の内側に新しい管（または更生材）を布設する工法である。その利点は①工事に起因する騒音、振動、交通渋滞などが少なく、周辺の住民生活への影響を最小限にできる。②道路の掘削規制、他企業埋設物の制約を受けることが少なく、計画的な事業推進が図れる。③工事が短期間で施工でき、また道路復旧費が立坑設置箇所に限られるので、工事費の節減が図れる。④既設管をそのまま活用できるため廃材処理が非常に少ない。などが挙げられる。

4.2 ホースライニング工法の選定

現在国内で使われている管更生工法は、施工方式により反転工法、形成工法、製管工法、鞆管工法、推進工法、ライニング工法等約20種の工法がある。このうち、管径などから反転工法が適応となり、その工法を細分するとさらに8つの工法に分けられるが、使用目的、既成管の損傷状態、対

象管径と延長、設計内圧、付帯施設、路線現場条件などから判断して、ホースライニング工法、インシュフォーム工法、ICPブリース工法の3工法を比較対象工法に選定した。これらの工法を比較検討した結果を表-1に示す。

この結果、単価が割安で高圧管にも対応可能なホースライニング工法の採用を決定した。

5. ホースライニング工法の設計

5.1 ホースライニングの概要

ホースライニング工法とは、内側に接着剤を塗布したシールホースを空気圧の作用で反転させながら管内に挿入し、連続的にライニングしていく工法である。挿入したシールホースは常温または加熱により硬化させ、既設管の内面に新しい管を形成する。ホースライニング施工管の断面は図-5のようになる。

ホースライニング工法の設計を行うにあたっては、①設計基本条件の算出、②水理計算による改修後の水位確認、③設計水圧及び外水圧を考慮した管種選定、④配管計画、⑤立坑の工法検討、⑥施工計画の順に行う。

5.2 設計基本条件

米田支線水路と、米田用水路の水理縦断図を図-6に示す。

設計水圧は、静水圧（または動水圧）にパイプラインの水撃圧を加算して算出する。この様にして算出した設計水圧は、米田支線水路で $1.1\text{kg}/\text{cm}^2$ 、米田用水路で $6.8\text{kg}/\text{cm}^2$ である。

5.3 水理計算

既設管内面にライニングして新管を形成することから、施工後は断面積が縮小する。このため、改修後の内空断面積で計画流量が流下可能かを確認する必要がある。ヘーゼンウィリアムの公式を用いた摩擦損失水頭と、各種損失などを考慮した水頭計算の結果、既知点での改修後の計算水位は改修前よりも上がっており、引継水位も上回っていることが確認された（表-2）。これは、管の材質により決定される流速係数が既設管（ $C=130$ ）より改修後（ $C=150$ ）の管の方が高いためである。ホースライニング工法による改修後の流速係数は、使用する硬化材が塩化ビニル管に使用

表一 管更生工法の比較検討最小管厚

特性	ホースライニング工法	インシチュフォーム工法	ICPブリーズ工法
開発時期	昭和57年国内開発	昭和61年国内導入	平成5年国内開発
適用断面形状	矩形, 馬蹄形, 卵形, 円形, 楕円形	同左	同左
施工管径	径100mm~1,500mm 2.0mm	径100mm~3,000mm 3.0mm	径75mm~1,500mm 2.5mm
用途	上水道, 下水道, 農業用水, 工業用水	同左	下水道, 農業用水
適用管種	ヒューム管, 陶管, 塩ビ管, FRPM管, 鋼管, 鋳鉄管	同左	同左
施工可能延長	200m	300m	300m
硬化物材質	不織布(ポリエステル系), ジャケット(繊維補強対ポリエステル系), 被覆材(ポリエチレン樹脂)	フェルト(ポリエステル+エポキシ樹脂), フィルム(塩化ビニール系)	フェルト(ポリエステル+ポリエステル系樹脂), フィルム(塩化ビニール系)
材料特性	引張り強さ29N/mm ² 曲げ強さ78N/mm ² 曲げ弾性率2,650N/mm ²	引張り強さ30N/mm ² 曲げ強さ50N/mm ² 曲げ弾性率2,240N/mm ²	引張強さ 21N/mm ² 曲げ強さ 25N/mm ² 曲げ弾性率1,724N/mm ²
適用水圧	内圧5.0K, 7.5K用の適用区分有り, 使用外圧により管厚を計算	使用内外圧により管厚を計算	使用内外圧により管厚を計算, 内圧1.0K以下
水理特性	塩ビ管と同様	同左	同左
施工性	空気圧による反転挿入 既設孔利用可能 機動性に優れる	水圧による反転挿入 立坑構築必要	空気圧及び水圧による反転挿入 既設孔利用可能
経済性 (直工費)	φ450t=6.2mm 48千円/m φ600t=3.8mm 60千円/m	φ450t=7.5mm 56千円/m φ600t=21.0mm113千円/m	今回の使用圧が高圧のため, 適用不可
曲線部・屈折部の施工可能角度	屈曲角度45度までは問題なく施工可能 屈曲角度90度でも施工実績あり	曲線半径R=1.5D以上は最低必要 曲線半径R=4D以上で屈曲内側のしわの発生なし	任意角度で施工可能
曲線・屈折部内面のしわ対処法	小口径…無処理 大口径…径800mm以上は人力でFRPにて仕上げ	同左	同左
既設管の隙間部の処置	隙間部はエポキシ樹脂硬化材によりほぼ充填される。	同左	隙間部を不飽和ポリエステル硬化剤では充填されない。
耐用年数	施工実績は18年だが問題なし。材料的には半永久的	50年	50年
将来改修工事の際のライナー処理との接続	切断機で切断可能で管端処理加工必要 ホースライニング施工管の接続は不可 切断した双方の既設管を接続する	切断機で切断可能で管端処理加工必要 インシチュフォーム施行管接続は不可 切断した双方の既設管を接続する	切断機で切断可能で管端処理加工必要 ICPブリーズ管の接続は不可 切断した双方の既設管を接続する
可とう性及び縦断変形に対する強度・耐久性	耐震性の向上を目的に開発された工法である	不明	不明
内圧に対する計算式	内圧対応用ホースライニング管は使用耐圧によって4種類ある。内圧設計式なし	内圧設計式あり	内圧設計式なし 高圧管に不適
最大施工延長	400mの実績有り 150~180mが最適	300mの実績有り 材料搬入車輛の大きさに限定される。	300mの実績有り 材料搬入車輛の大きさに限定される。
仮設備及び立坑	空気圧による反転工法のため, 反転機車の他にコンプレッサー機が必要となる。 保圧養生のため, コンプレッサー機が必要となる。 マンホール程度の立坑で施工可能。	水圧による反転工法のため, 立坑上部にタワーを構築する必要がある。 長距離の施工は水圧確保のためタワーが高くなる。 大量の水を必要とする。 所定の大きさの立坑が必要。	空気圧による反転工法のため, コンプレッサー機が必要となる。 温水シャワー養生のため, 少量の水の確保で済む。 マンホール程度の立坑で施工可能。
総合判定	採用	不採用	不可

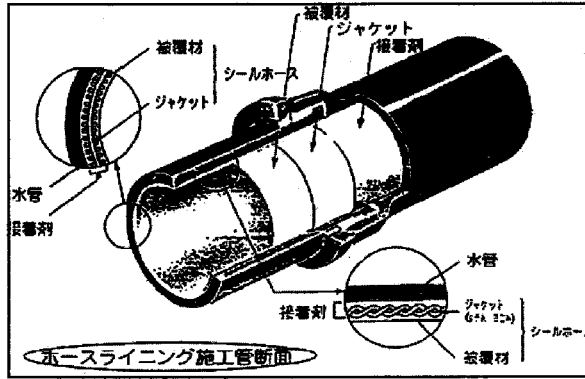


図-5 ホースライニング施工管断面

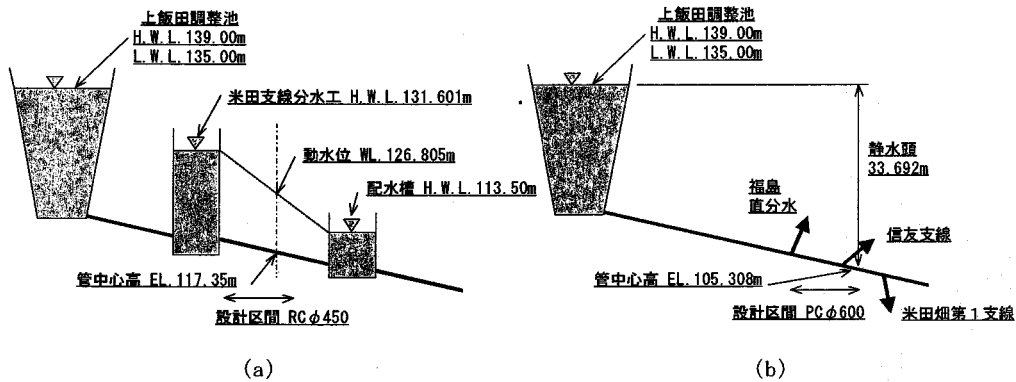


図-6 米田支線水路(a)及び(b)の水理縦断図

表-2 改修前と改修後の既地点水位の比較表

	改修前の既知点水位 (計算値)	改修後の既知点水位 (計算値)	引継水位	判定
米田支線水路	W.L.120.394m	W.L.121.411m	W.L.113.50m	O.K.
米田用水路	W.L.133.180m	W.L.133.288m	W.L.132.73m	O.K.

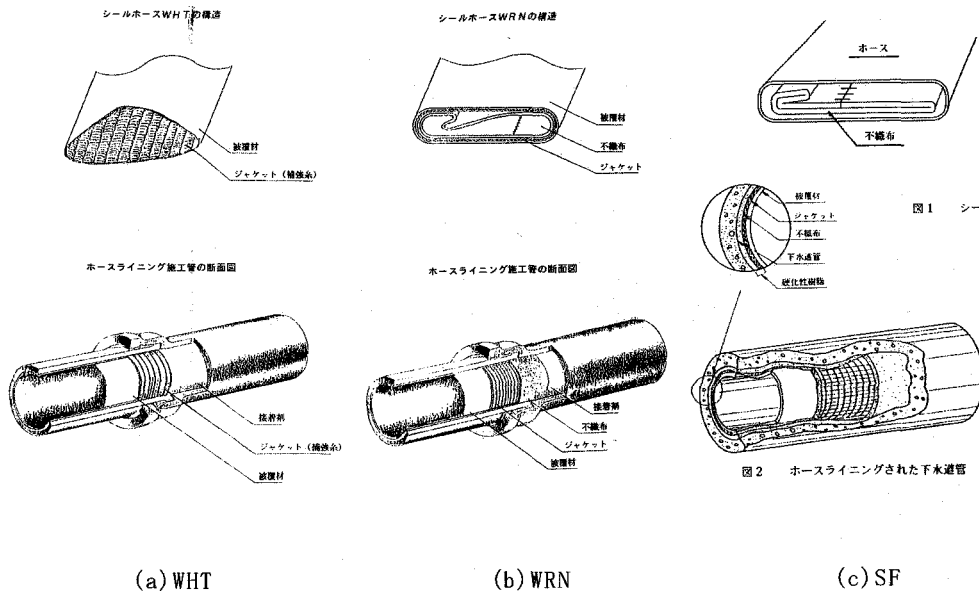
されるものと同様なことから、塩化ビニル管の流速係数 $C=150$ を採用した。

5.4 管種の選定

ホースライニング工法の管種は、材料となるシールホースを構成するポリエステル繊維の種類と厚さによって上水道用(WR, WHT, WRN, WH)と下水道用(SF)に分類される。代表的な管種の構造と断面を図-7に示す。ホースライニングの管種の選定においては、管に作用する内水圧、外水圧の検討が重要となる。管圧は、内外圧に対して指示できる厚さを有するものでなければならない。内圧に対しては、設計内圧の作用時、継手などの隙間において破断に対して安全でな

ければならない。外圧としては、土圧、活荷重、地下水圧が考えられるが、土圧、活荷重は既設管本体が老朽化していないことから、本管が負担するものとする。地下水については、管内空虚時に、継手などの隙間から浸透することから、改修後のシールホースで対応させる。よってシールホースは外水圧に対して安全でかつ保形性がなければならない。

それぞれの管種ごとの許容圧力をまとめると、表-3の様になる。ここで、保形圧とは、パイプが外水圧により変形を開始する圧力で、室内試験により決定された値である。WHT, WRNの保形圧の値は、メーカーからの聞き取りでは1週間程度の短期間に対応可であるとのことである。ま



図一 7 シールホースの耕造(上)とホースライニング施工管の断面図(下)

表一 3 タイプ別対応可能な水圧

管種	下水道用	上水道用		
	S F	WR, WH	WHT	WRN
外圧	外圧-計算による 保形圧-無し	なし	保形圧<0.2kg/cm ²	保形圧<0.3kg/cm ²
内圧	破断圧<約3kg/cm ²	破断圧<7kg/cm ² (WR) 破断圧<10kg/cm ² (WH)	破断圧<約10kg/cm ²	破断圧<約7kg/cm ²

た、破断圧とは、内水圧に対して管が破断する圧力のことで、下水道用のSFは上水道の4管種と比較すると小さい値であり、大きな内水圧がかかる場合は上水道用の管種を用いる必要があることがわかる。

5.4.1 内水圧に対する検討

内水圧による破断に対して、設計水圧が安全かどうかを検討する。5.2で算出した設計水圧と表一3より、米田支線水路は上水道用の管種が対応可能であり、米田支線水路は設計水圧が小さいため内水圧だけからすると下水道用でも上水道用でも対応可能であると判断される。

5.4.2 外水位の決定

外水位は、灌漑期と非灌漑期とは異なるが、管水路の漏水事故はいつでも発生する事から、田面標高水位を採用する。しかし、田面標高と埋設管中心高さが変化することから、管路勾配変化点

左右の水田の平均標高と管中心高との差を求め、ライニングI~IV区間のそれぞれの平均値を求めて、外水圧とした。

米田支線水路	I 区間	0.1kg/cm ²	II 区間	0.2kg/cm ²
	III 区間	0.2kg/cm ²	IV 区間	0.2kg/cm ²
米田用水路	I 区間	0.09kg/cm ²	II 区間	0.11kg/cm ²

5.4.3 米田支線水路に対応する管種の決定

この水路は、非灌漑期間が無通水のオープンタイプ管水路である。また、改修区間の管水路中心高はこの下流部配水槽のHWLより高く、少通水流量流下時(200ℓ/s)は、管内を満水状態で流下しない。さらに、稲作の中干し期は流量が減少する。すなわち、0.2kg/cm²の外水圧が長期間に渡って作用する時期が生ずることとなる。短期外水保形圧のみ対応可能なWHTやWRNの管種では、長期の保形圧に対しては補償されないため対応できない。従って、管種を外水圧対応タイプのSF管種を採用した。

外圧による管厚 t_s は、ブライアン・ブラッセの長い薄肉円筒に外水圧を受ける場合の修正式（扁平率10%以内）で求められる。

$$t_s = \frac{D}{\frac{2F_o \cdot F_o \cdot E_l}{P_o \cdot N \cdot (1-\nu^2)}^{1/3} + 1}$$

t_s ：管厚 (cm)

P_o ：設計外圧 (kgf/cm²)

F_e ：支持向上係数 7

F_o ：扁平による減少係数 $F_o = (1-q)^3 / (1+q)^6$

q ：シールパイプのひずみ率 ≤ 0.1

E_l ：長期曲げ弾性率＝短期曲げ弾性率

23,000 (kgf/cm²) $\times 1/2$

N ：安全率 2

ν ：ポアソン比 0.3 D ：管径 (cm)

SF管種 管径450mm シールホース厚4.5mm
外水圧 0.1kg/cm²
シールホース厚6.0mm
外水圧 0.2kg/cm²

5.4.4 米田用水路に対応する管種の決定

この水路は通年通水のクローズタイプ管水路である。また、改修区間直下に制水弁が設置されており、下流部の漏水事故が発生しても管内水の排水はせずに対応可能である。改修区間より上流部の事故の場合は、改修区間の管内水を完全に排水せずに対応可能である。

外水圧の対応については、WHTの外水の保形圧は0.2kg/cm²であり、現場外水圧は0.11kg/cm²であることから、約1.8の安全率が確保できる。上記のことから短期間の外水圧に対応できるWHTを採用した。

5.5 配管計画

立坑の位置は、シールホースの施工可能延長、路線中の構造物の配置、シールホースの最大製造延長などによって決定される。これらのうち、どの要因に最も左右されるかは、各管種によって異なる。

WHTの場合、シールホースの施工可能延長すなわち、ライニング施工する反転機械（写真1）の巻き取り可能延長により左右され、約400mの実績がある。SFの場合はシールホース製造機械の関係から最大製造可能延長が200mまでと

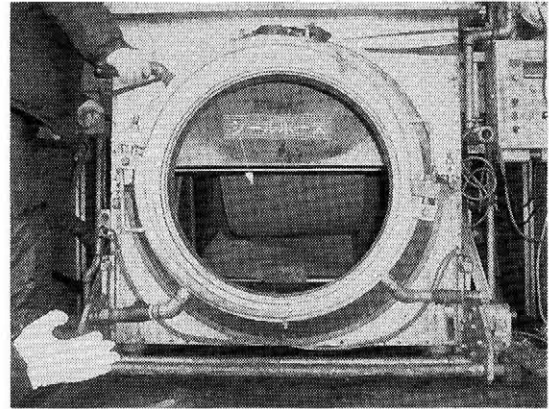


写真1 反転機械（シールホース巻取後）

なっており、これにより施工延長が左右される。

また、どの工法を用いる場合でも工区の始終点には立坑が必要となる。これらの点と道路や構造物の状況などの現地状況を留意した上で立坑の位置を決定する。また、立坑からの施工方向を、施工機械の設置スペースの有無により検討する。施工機械の標準占有面積は、発進口で3m \times 8tトラック2台分、到達口で3m \times 2tトラック1台分である。また、施工機械の配置は、施工上から立坑に対して施工方向と反対側に位置することが必要である。米田支線水路の立坑位置の検討時の模式図を参考として図-8に示す。

また、施工の難易度を次式により求め、評価した。 $Y = K3 (K1 \cdot L + \Sigma K2 \cdot n)$

ここで Y ：評点

$K1$ ：管径によって決められた係数

管径	100	150	200	250	300	400	450	500	600	750
$K1$	1.5	1.0	0.8	0.7	0.6	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2

L ：施工延長 (m)

$K2$ ：異形管の種類によって決められた係数

異形管	90°	45°(SP)	45°	22°1/2	11°1/4
$K2$	3	2	1	0.5	0.3

n ：異形管の種類ごとの個数

$K3$ ：シールホース種類係数

シールホース	WR	WHT	WRN
$K3$	1.2	1.0	1.5

これにより求めた評点を表に示す基準により評価し、①事後対応可、②事後対応不可ごとの施工の可・不可について表-4を基準として判断した。

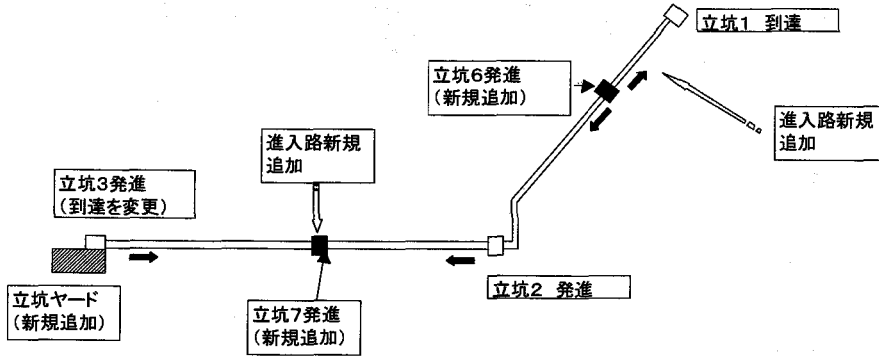


図-8 米田支線水路の立坑位置検討模式図

表-4 施工性評価の基準 (注:集中度はスパン中の10mにおける異形管の点数)

I	評点 (Y)総合				施工可否
	事後対応可10未満	事後対応不可7未満			
		集中度	総合	集中度	
			6 未満	4 未満	施工可能
II	10~15	7~12	6~11	4~9	関係部署と協議
III	15以上	12以上	11以上	9以上	施工不可

5.6 立坑工法の検討

土留めの検討は立坑ごとに掘削深さや幅が異なるためにそれぞれ行い、切りばり式スライドレール横矢板による簡易土留めとし、「たて込み簡易土留め設計施工指針」および「道路土工・仮設構造物指針」に準拠して行った。

5.7 施工計画

標準施工行程は以下の通りである。

準備工→既設管切断工→管内調査工 (カメラ)・クリーニング工→接着剤塗布・反転機に巻き取り→反転工→養生工→管端処理工→復旧工 (図-9 参照)

主な項目は以下の通りである。

- ①クリーニング工……クリーニング治具をウインチで牽引して管内面の素地を調整する。
- ②管内調査工……カメラ (写真-2) による施工前の管内の調査を行う。

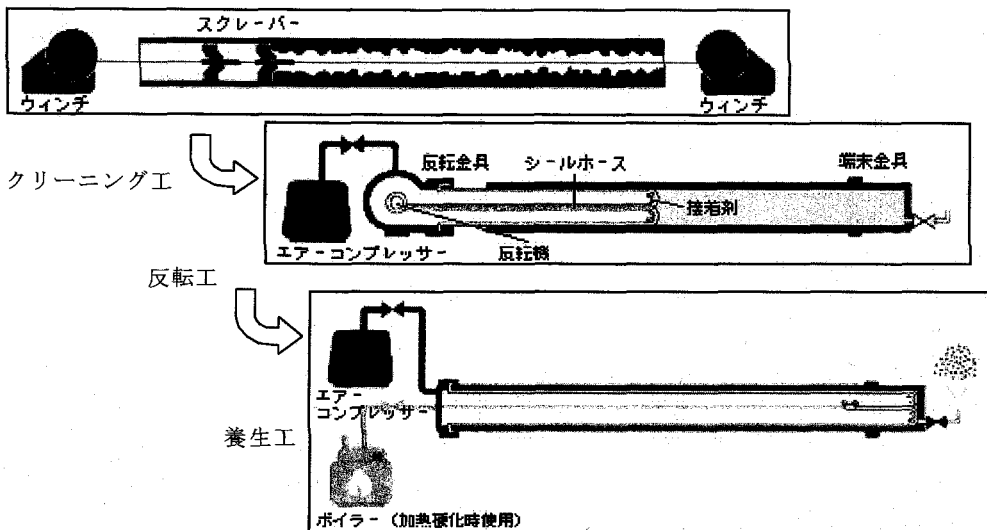


図-9 ホースライニング工法施工の流れ

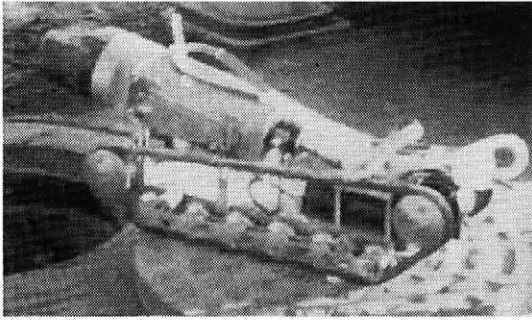


写真-2 カメラ

- ③接着剤塗布工……接着剤をシールホース全長に均一に塗布する。
- ④反転工……曲がりのある路線については到達側に設置した引取機で反転誘導用ベルトを引き取るベルト反転工法により行う。
- ⑤養生工……保圧圧力調整器により所定の内圧を保持させたまま常温保圧養生（48時間から72時間）または加熱保圧養生（4時間）にて接着剤を硬化させる。
- ⑥管端処理工……接着剤が硬化後、シールパイプを40mm以上はぎ取り、管端リングを装着して、端部処理を行う。空気弁部に関しては、 $\phi 200$ mm以下はせん孔し端部に接着材を塗布する。分水工など $\phi 200$ mm以上は本管部の管端処理と同様な工法とする。

6. 品質及び施工管理基準

品質及び施工管理基準については、農業用パイプラインに適用するホースライニング工法としての基準が確立していなかったため、下水道協会の基準、メーカーへの聞き取り及び過去に施工を行った団体への聞き取りなどを行った上で決定した。品質管理基準は、大きく区分してシールホース（施工前のもので工場検査）とシールパイプ（硬化後の現場検査）がある。シールホースはジャケットが織物であることから織物の基準を採用している。また、シールパイプの管理基準値は、塩化ビニル管の製作管理基準値を参考に決定した。これらより、材料及び施工管理基準について以下の様に定めた。

6.1 材料

シールホースは寸法（折幅、厚さ、延長）及び材料強度の管理を行った。協会から出されている

技術資料にある数値が、測定結果の一例であり保証値ではないこと。また、協会加盟業者であっても徹底されていないこともあり、製造メーカーを含めて整理した結果、シールホースの定義、寸法規格値及び強度基準を次のとおりとした。

PC管 $\phi 600$ mm用WHTの寸法：折幅 890 ± 18 mm、厚さ 3.3 ± 0.6 mm（被覆材＋繊維層＋補強層）

RC管 $\phi 450$ mm用SFの寸法：折幅 630 ± 12 mm、厚さ $F = 4.5$ [6.0] mm以上及び $J = 1.6 \pm 0.6$ mm

※F：不織布（ $t = 4.9$ 及び $[t = 6.2]$ の2規格を示す）、J：被覆材＋繊維層

WHTの構成／材料／強度：ジャケット [繊維層]／ポリエステル糸（織物）／管軸方向引張強さ210N/mm以上
管軸方向伸び10%以上

ジャケット [補強層]／ポリエステル糸（擦糸）／引張強さ312N/mm以上、伸び10%以上

被覆材／ポリエチレン樹脂／引張強さ15N/mm²以上、伸び400%以上

SFの構成／材料／強度：不織布／ポリエステル糸（不織布）／

ジャケット [繊維層]／ポリエステル糸（織物）／管軸方向引張強さ210N/mm以上
管軸方向伸び10%以上

被覆材／ポリエステルポリマー樹脂／引張強さ15N/mm²以上、伸び400%以上

WHTの硬化性樹脂の材料／強度：エポキシ系樹脂（保形用）／

曲げ強さ69N/mm²以上

曲げ弾性率2,260N/mm²以上

SFの硬化性樹脂の材料／強度：不飽和ポリエステル系樹脂／曲げ強さ59N/mm²以上

曲げ弾性率2,200N/mm²以上

6.2 施工管理

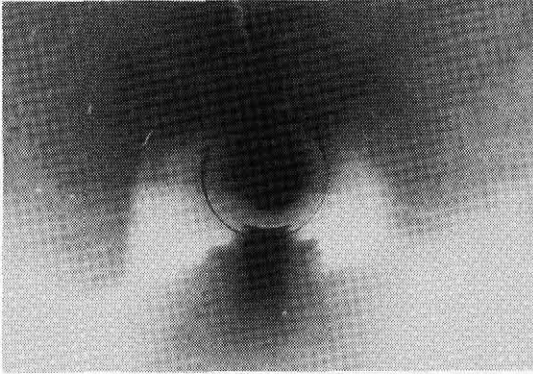
品質管理については、施工前に使用材料を用い6.1材料に則り材料検査を行った。また、施工後は現場にて採取した試料を用い次のとおり試験を行った。

WHT（シールパイプ）：厚さ3.8mm以上

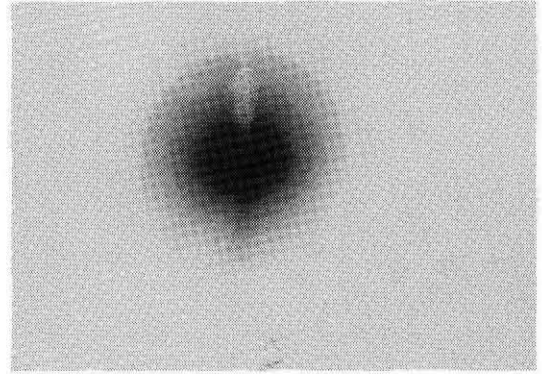
SF（シールパイプ）：曲げ強さ59N/mm²以上、

曲げ弾性率2,200N/mm²以上

管軸方向引張強度20N/mm²以上、厚さ4.68mm



施工前



施工後

写真一 3 管内状況 (米田支線水路RCφ450)

以上 (t=4.9) [5.88mm以上 (t=6.2)]

出来形管理については、外観検査として施工完了後、管内部をTVカメラ撮影(写真一3)、管端部を目視により確認した。また、シールパイプの管厚は発進及び到達立坑の管口にて測定を行った。延長については、既設管埋設当時の資料から正確な設計延長が算出できなかったため、地上にて管口間を測量した結果に基づき縦断勾配を補正して算出した。

6.3 施工上の問題点

5.7施工計画に基づき施工した。設計段階に関するものもあるが、施工中に気付いた点は、

- ①農業用パイプラインとしての施工管理基準が整理されていない。
- ②施工可否判定基準はあるが、施工業者間で統一されていない。
- ③反転機械の巻き取り延長が整理されていない。
- ④管端処理の構造及び寸法が統一されていない。

といったことから、発注後これらのことを再度確認していくこととなった。また、機械及び人員が限られており、年度末施工では早めにこれらを確保しておく必要があることはもちろん、特に大型反転機械を使用する場合は、全国でも僅かな台数しかないため事前の工程調整が大切である。

7. まとめ

市街地等に埋設された農業用パイプラインの改修では施工上の制約が多くなっており、今後、農業用水分野でもこのような管更生工法での施工が

多くなると思われる。

管更生工法は、これまで上下水道等を対象に技術開発されたもので、農業用水管での施工は開発途上の状態であり、この技術を農業用パイプラインへ応用するにあたっては、設計流量、水圧、水利システムの条件など上下水道等との設計条件の違いを明確にし、適切な工法の選択が必要となる。

特に留意すべき点は、農業用水特有である用水の季節変動などをどの様に評価し設計に取り入れるかである。また、曲部が多く内外圧が作用する農業用水管への採用にあたり、設計板厚等の考え方、現場に合った施工方法(採用機種等)の見直しを行うとともに、経済性、施工性などについても十分な検討が必要である。

管更生工法は、既に多種多様の工法がでてきているので、新工法の採用に当たっては十分な比較検討を行うとともに、今回の様な事例を今後積み重ねていくことにより、様々な管更生工法の農業用のパイプラインに適用できる設計、施工基準を確立していくことが重要である。

参考資料

- 1) 下水道管の再構築；横山博一編，理工図書株式会社，1999
- 2) ホースライニング工法(下水道本管用)平成9年度改訂版技術資料；日本ホースライニング協会下水道会，1997
- 3) ホースライニング工法(上水道)技術資料；日本ホースライニング協会，2000

農林水産省最大のゴム引き布製起伏堰の建設をめざして

—石部頭首工の改築について—

福島三郎*
(Saburou FUKUSHIMA)

濱口秀隆**
(Hidetake HAMAGUTI)

目 次

I. まえがき37

II. ゴム堰の導入についての検討38

III. ゴム堰の設計40

IV. ゴム堰の操作に関する検討45

V. 最後に48

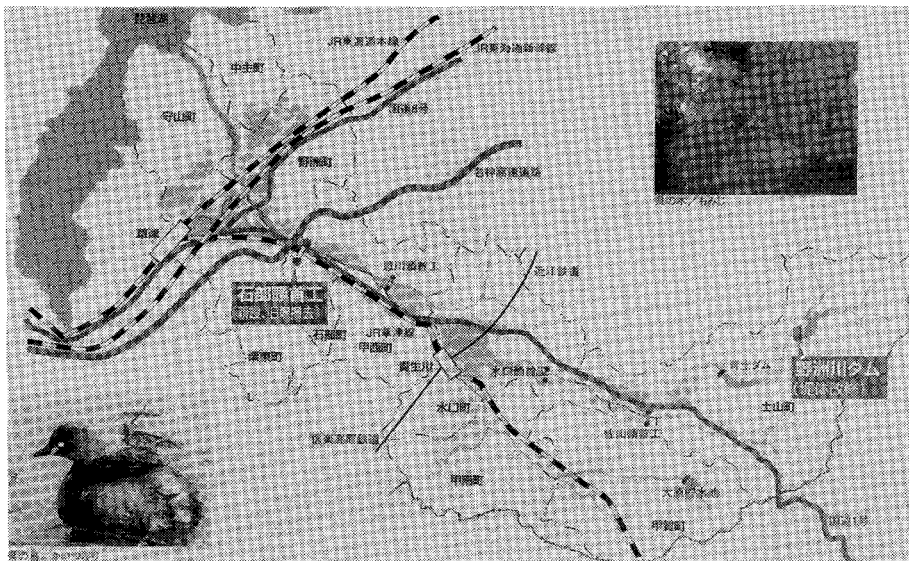
I. まえがき

滋賀県の東南部に位置し、鈴鹿山脈を源流とする野洲川及びその支川にそって広がる扇状地では、古くから、野洲川ダムを中心とする国営野洲川沿岸地区等の大規模農業水利事業が実施され、地域農業の発展に重要な役割を果たしてきた。

しかしながら、これらの施設は築造後50年余りを経過し、機能低下が一段と進み、維持管理に支障を来している。特に、野洲川ダム及び石部頭首工は流域内の自然的・社会的な状況の変化に伴い洪水の流下能力が不足するなど、河川管理上の支

障が生じており、広域的な災害のおそれが懸念されている。このようなことから、国営総合農地防災事業により、この地域の基幹土地改良施設である野洲川ダム及び石部頭首工を抜本的に改修するものである。

なお、現在の石部頭首工は、昭和29年に完成した両岸に土砂吐ゲートをもつコンクリート固定堰であり、この固定堰が流水の阻害要因となって、設計洪水量4,500m³/sに対して、現在の洪水流下能力は1,800m³/sと不足していることから、指定工事として野洲川ダム改修に先行して、全可動堰に全面改築を行うものである。



図一 野洲川沿岸農地防災事業位置図

*近畿農政局野洲川沿岸農地防災事業所
**近畿農政局整備部設計課 (Tel. 075-451-9161・内2513)

本報文は、石部頭首工の改築において、琵琶湖に流入する最大の河川である野洲川に、国内最大級のゴム引布製起伏堰（以下「ゴム堰」と呼ぶ。）を導入するにあたっての各種検討内容の概要を紹介するものである。

なお、石部頭首工に係る受益面積及び用水の取水状況は、表－1のとおりである。

II. ゴム堰の導入についての検討

1. ゴム堰の導入状況

ゴム堰は、1958年、米国ロサンゼルス川に採用されたことを皮切りに、日本においては1965年頃から設置されはじめ、建設や維持管理費の容易性とあいまって、ゴム引布の改良など技術開発が進められたこともありその数は、次第に増加してきた。また、平成3年7月には、河川構造令においても、これまで、起伏堰ではゲート高が3mに抑えられていたが、「ゲートを洪水時においても土砂、竹木その他の流下物によって妨げられない構造とするときはこの限りではない。」との条項が加えられたこともあり、3mを超える規模の大きいゴム堰の採用も多くなってきた。（国内主要メーカーの資料により整理した実績を表－2に示す。）

このような動きのなか、農林水産省においては、平成11年度に、ゴム引布製起伏堰技術指針（以下「技術指針」と呼ぶ）が、国土交通省においては、平成12年9月に、ゴム堰布製技術基準（案）（以下「技術基準（案）」と呼ぶ）がそれぞれ制定され運用が図られているところである。

ゴム堰を適用できる領域はこれまでのゴム堰の技術開発により広がっており、表－3には「技術指針」に示される適用範囲の目安と本堰の諸元を示している。本頭首工地点においては、技術指針の適用範囲ではあるものの、ゴム引布の磨耗や損傷を与える、転石のエネルギー要素となる計画高水流量や河床勾配の領域については気になるところであるが、袋体の磨耗や衝撃対策に対する技術開発の進展や、平成5年度に国土交通省が同条件である鳥取県の日野川に設置し、その後の運用状況から見た事例においても、当該地点の野洲川におけるゴム堰の採用は可能と判断したものである。

2. ゲート形式の比較検討

1) 他のゲートとの総合比較

頭首工の必要な機能としては、①洪水吐機能、②土砂吐機能、③取水位の制御機能であり、これらの機能を満足する構造として下記の条件が求められる。

表－1 石部頭首工に係る受益面積と取水量

河川名：一級河川淀川水系野洲川		石部頭首工設置位置：直轄管理区間	
区分	受益面積	計画最大取水量	非かんがい取水量
左岸	A= 757.2ha	Q=4.615 m ³ /S	q=1.74 m ³ /S
右岸	A= 642.2ha	Q=2.425 m ³ /S	q=0.44 m ³ /S

表－2 国内主要メーカーのゴム堰設置状況調査結果（単位：箇所）

設置年	66-70	71-75	76-80	81-85	86-90	91-95	96-00	計
総数	32	185	248	474	545	554	238(98まで)	2,276
内堰高3m以上			1	2	4	12	20	39



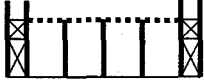
表－3 ゴム堰導入の目安と石部頭首工諸元

区分	堰高	径間長	河床勾配	流況
技術指針の目安	3m未満 3～6m	100m 50m	1/25まで実績がある。	計画高水流量が、7,200 m ³ /Sまで実績がある。
石部頭首工	3.55m	45m	1/320	Q=4,500 m ³ /s
日の川大堰(建設省)	2.60m	40.5m	1/281	Q=4,600/s
さみだれ大堰(建設省)	2.7m	41.95m	1/1,300	Q=7,200 m ³ /s
黒谷取水堰(建設省)	6.0m	34.5m	1/45	Q=1,100 m ³ /s

- ①河川構造例に準拠した、必要な径間長を有していること。
- ②両岸取水であるので、両岸に土砂吐が配置されていること。
- ③取水位の安定のためには、土砂吐上部に自動制御可能なフラップゲートを装備していること。

また、ゲート形式については、ゴムゲートを採用した場合と、鋼製ゲート（引き上げ式と起伏式）を採用した場合について、治水性、排砂性、耐久性、施工性、維持管理、及び経済性の観点から、比較した結果を表-4に示す。これらの比較検討の結果、施工性、維持管理性、経済性の面で

表-4 ゲート形式の比較検討

項目	鋼製ローラゲート+鋼製土砂吐ゲート（フラップ付）	鋼製起伏堰 + 鋼製土砂吐ゲート（フラップ付）	ゴム引き布製起伏+鋼製土砂吐ゲート（フラップ付）
径間割	20 45.6 45.6 45.6 45.6 20 	20 45.6 45.6 45.6 45.6 20 	20 45.6 45.6 45.6 45.6 20 m 
治水性	「令」第40条より、堰の場合に、「確実に開閉」する構造のものとは一般に、引き上げ式ゲートをいうものであり、本案はこれに一致する。	当該河川は転石等の流下が多く転石が障害になり倒伏を妨げる危険性が高い	ゴム堰は倒伏時に上流側より袋体が着床するため土砂礫の流下に対して柔軟であり、安定した倒伏が確実にできる。
水位制御	取水位の一定制御は、いずれもフラップゲートにより可能である。		
排砂性 （洪水吐部）	①洪水吐部はアンダーフローにより排砂可能 ②洪水後の堆砂は、ゲートの降下、引き上げの繰り返しにより、ある程度のフラッシングは可能であるが、土砂は完全に排除しないと、完全閉門に支障がある。	①洪水吐部は、流下する転石が障害になり、不完全倒伏を起こした場合、排砂性に劣る。 ②堆積土砂を完全に撤去しないと立てできない。	①洪水吐部は、柔軟に確実に倒伏するため、土砂の流下に支障はない。 ②ゴム袋体上に堆積が生じても、内圧で高さ1mまでで起立可能である。また、起伏を繰り返すことにより、フラッシングも可能である。
耐久性	特に問題なし	特に問題なし	転石等の流下に対する袋体の衝撃対策が可能であり、また摩擦に必要な外層ゴム厚も基準化されており、耐久性に問題はない。
施工性	ゲート本体の溶接、開閉装置の調節等施工に時間がかかる。当該施設建設は非出水期に制約されるため、工期に不足が生じる。	ゲート本体の溶接、開閉装置の調節等施工に時間がかかる。当該施設建設は非出水期に制約されるため、工期に不足が生じる。	取り付け金具による取り付けがあるので、鋼製ゲートに比べるには早く、本体工とゲート据付の合計工期は、非出水期間内に収まる。
維持管理性	定期点検のほかに、水密ゴムの取り替え、ゲートの塗り替え塗装が必要であり、維持管理費が高い。	定期点検のほかに、水密ゴムの取り替え、ゲートの塗り替え塗装が必要であり、維持管理費が高い。	洪水吐部は、定期点検のほか大きな交換部品はなく、維持管理費がやくなる。
経済性	建設コスト及び維持管理コストが三者の中で一番高くなる。	建設コストは三者の中で中位、維持管理コストはスライドゲートとほぼ同じである。	建設コスト、維持管理コスト共に、一番安い。

ゴム堰の優位が確認された。

また、大規模なゴム堰は農林水産省における新技術の導入という観点からも意味があると考え、ゴム堰の導入を行う方針としたものである。

2) 河川水流によるゴム堰への影響からの検討

ゴム堰の設置を行う場合、流水の方向に堰が直角に設置され、河川の流心が安定していることが重要であるが、当該地点は図一2の写真からも分かるように河川の直線区間にあり、流況の乱れがゴム堰袋体の動揺を誘発し損傷を起す恐れは少ないと予測できるが、模型実験を行い計画最大流量である4,500/sを流下させた場合の流況を確認することとした。その結果、図一3に示すように平面的な流れはほぼ一様なものであり、この点からもゴム堰の導入に支障はないと判断された。

なお、倒伏時の袋体の揺れ・振動、また、完全倒伏を確認するためには、河川流量、上流水位、

下流水位を設定したモデルにおいて、ゴム堰の模型実験を行う必要がある。この模型実験の結果は後段に述べることとする。

III. ゴム堰の設計

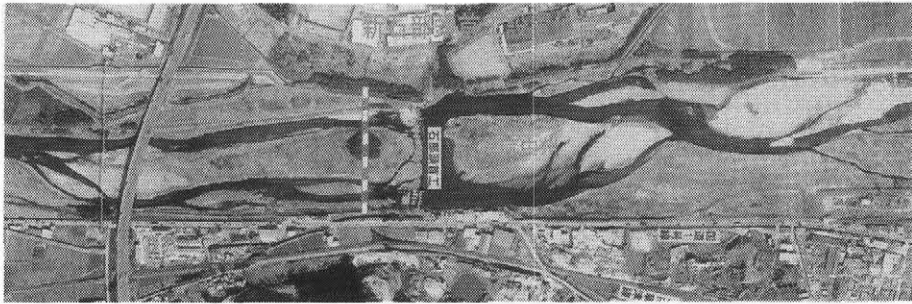
1. 設計を進めるにあたっての検討整備体制

石部頭首工の建設にあたっては、目標とすべき事項を①環境との調和への配慮、②構造の安全性確保、③操作の容易性確保、④コスト縮減として、下記4種類の検討委員会の指導助言を受けながら検討を進めた。

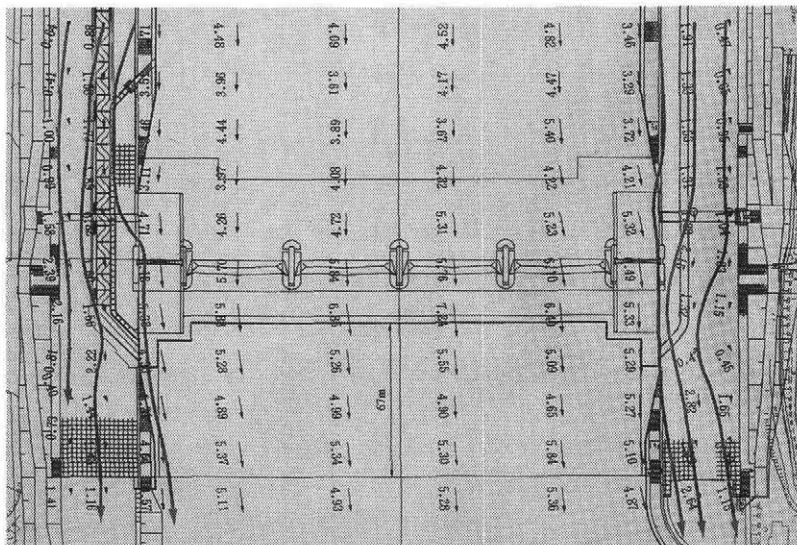
2. 本体構造の設計について

1) 新頭首工設置位置

新石部頭首工の建設位置については、現在の堰の下流100m地点に建設することとした。これは、上流に設置するとした場合、現在の堰が非かんがえ期も水路維持用水や防火用水等を取水している



図一2 石部頭首工設置位置



図一3 河川流況確認図

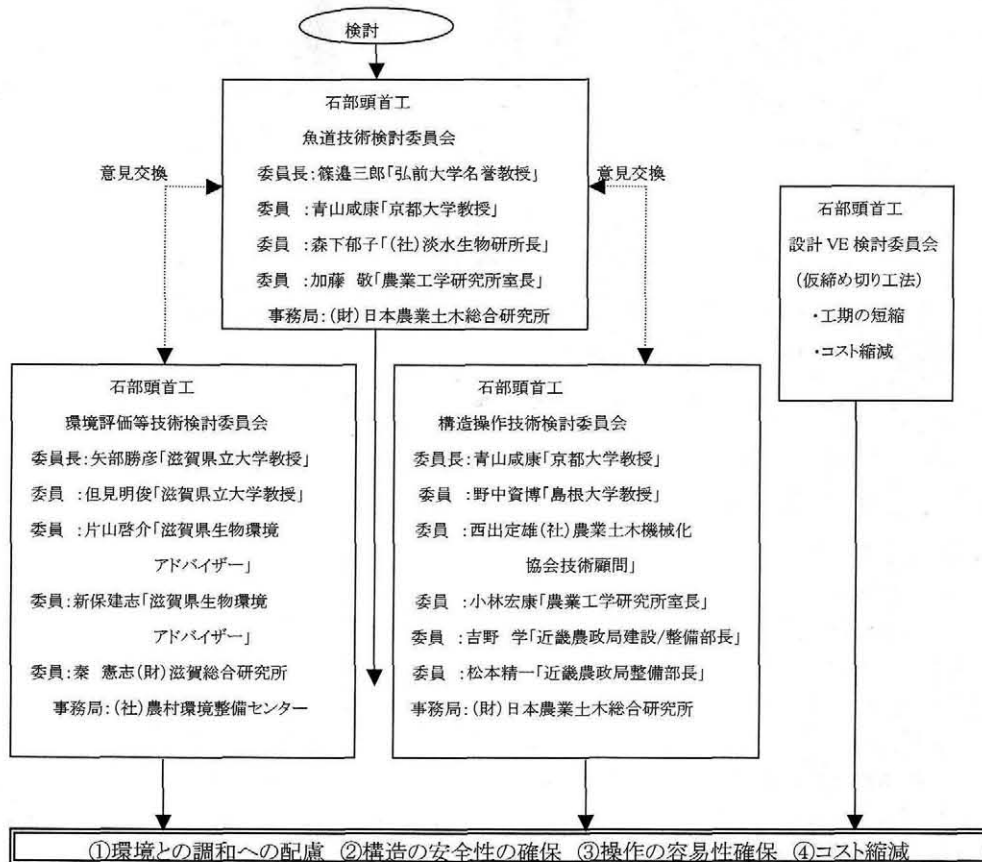


図-4 石部頭首工の検討体制



図-5 現在の石部頭首工

ため、年間をとおして堰上げ状態になっていることから、仮締め切りの設置が困難であること、また、現在の水路に接続する取水路の延長が長くなり不経済となることからである。

なお、下流における設置位置については地質の状況や施工性を考慮して下流100m地点が最も優れていることなどから、下流案(図-2)に決定

したものである。

2) 基礎地盤と堰のタイプ

石部頭首工築造地点の地質は、河川のほぼ中央を境にして左岸部にチャート、右岸部に頁岩からなる基盤岩が広がり、その上に河床砂礫が堆積している。現在の最低河床高から1~2mほど砂利層を掘削すれば基盤岩が露出することから、頭首工タイプはフィクスドタイプとすることとした。

なお、左岸部においては、風化が進んだD級と判断される岩盤(参照: 図-7第3ピアの縦断形)が表層部に存在するものの、標準貫入試験の結果、N値は60から200という高い値をしめしており、十分な支持力が期待できるが、実際の施工掘削時に現位置平板載荷試験を行い地盤支持力を確認して施工を進める計画としている。

3) ゴム堰の形式検討

(1) ゴム堰の扉高

ゴム堰の扉高は、河床基準高と取水水位との比高に加え、確実な取水を確保するために、波浪等に

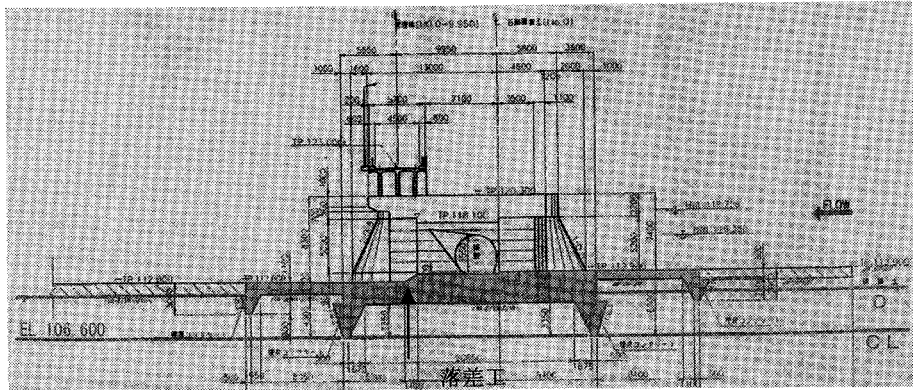


図-7 第3ピアの縦断形

おける土砂吐ゲート余裕高10cmを考慮して設定した。

なお、現在のコンクリート固定堰では、取水量と魚道流量を超えた河川流量がある場合、土砂吐開放まで固定堰を滑らかに越える美しい水流をみることができる(図-1現在の石部頭首工写真)。

このことから、美しい水環境という視点に立てば、このような水流を生み出すため、あえてゴム堰の堰高を計画取水水位に設定するという考え方もあるが、本頭首工においては、本来の目的を達成するために、取水量を安定させることの重要性を踏まえ、「ゴム堰を越える越流水は洪水初期にとどめるべき。」としたものである。

(2) 袋体膨張媒体

袋体膨張媒体は、水式、空気式および併用式があるが、水式の場合、Vノッチが発生しにくいので、水位調節をする場合は有利であるが、緊急時の操作が緩慢である。また、ごみや土砂等を除去する大型の沈砂設備や貯水槽が必要となり、かつ、水重により袋体が偏平になるので、同じ堰高を確保するには袋体周長が35%長くなるなど経済的なマイナス要素が多い。それに比べ、空気式は、給排気設備が小規模で経済的であること、操作、維持管理が容易なこと、また、最大越流水深が40cmを超えることはないため、越流水深が堰高の2割をこえた場合に問題となる袋体振動の懸念もないことから空気式を採用することとした。

(3) 袋体の取付方法及び取付け間隔

①越流水による振動対策

本ゴム堰は、河川の流れが常に一定方向であり、倒伏方向が一方に固定できることから、片倒れ式

とした。また、袋体固定方式は、越流による振動が発生しにくく、堰高変動が少ない、2列固定式を採用した。

②固定金具の取付間隔

取付間隔は、最大限に広げた状態がほぼ半円径の直伏式であるが、水流が常に一定方向であるため直伏式を採用する必要はない。

したがって、施工事例や調圧室(袋体内部点検用)の設置に必要な幅を考慮して取り付け間隔は3mと設定した。また、図-8の(事例)に示すように、袋体の倒伏時の余長はは損傷防止の上か

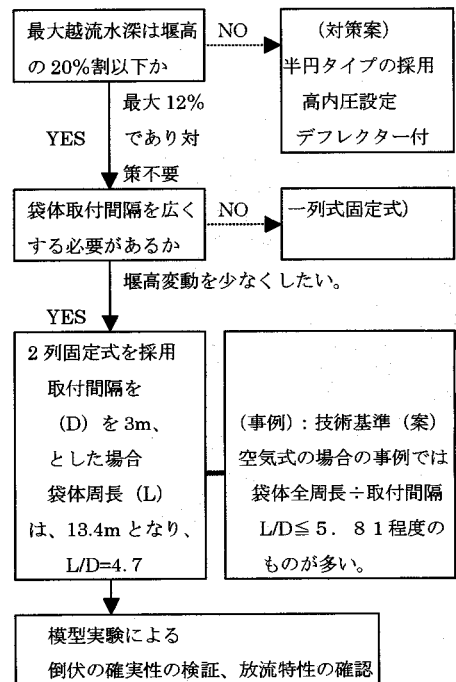


図-8 袋体の取付方法及び取付け間隔選定フロー

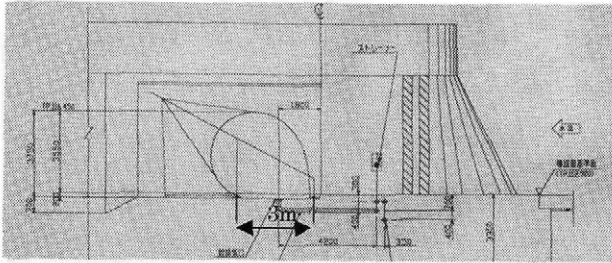


図-9 ゴム堰袋体取付標準図

ら長すぎないように、L/Dは、5.81以下に抑えられていることが多く、本ゴム堰の場合は、L/D=4.7としている。

なお、この取り付け間隔、袋体周長により、1/15モデルを作成し、模型実験による倒伏の確実性の検証を行うこととした。その袋体取り付け標準図は図-9の通りである。

4) 袋体の保守点検用気密室の設置

ゴム引布製起伏ゲートは以下のことから保守点検のため、袋体内部に進入する気密室を設けるものとする。

- ①袋体内部から、いつでも、取水を停止することなく袋体を点検し、かつ補修も可能である。
- ②袋体内部に損傷防止用クッション材を設置する場合、点検・補修・取替えが可能である。

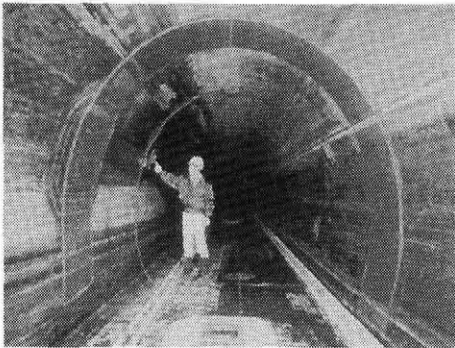


図-10 袋体内部点検

③外部点検では確認できないドレーンの発生状況、給排気口および内圧検知管口取付部の点検が行える。

④堰管理上の袋体の堰高、振動、挙動を直接管理・確認できる。

等である。

なお、これまで大型堰では、堰体基礎部にギャラリートンネルを設置し、給排気管の設置と袋体内部への進入を行っている事例（さみだれ大堰等）があるが、本堰においては、同様な施設設置にともなう工事費の増嵩や右岸魚道との交差部におけるギャラリー施工の困難性から、河床にはギャラリーを設置せず、堰柱に設置する気密室から袋体内部に入るよう計画したものである。

5) 管理橋の設置

本堰においては、管理橋を次のような理由により設置することとした。

- ①給排気管を、橋梁に添加させ、管の維持管理を行う。
- ②鋼製ゲート及び洪水吐ゲートの保守・点検、部品交換、を行う。
- ③中央ピアーに設置する操作設備、安全施設の保守・点検、修理作業時に利用する。
- ④第3号と第5号ピアーからの気密室へのアクセス、部品交換に利用する。
- ⑤左岸部の施設管理において、緊急を要するとき、最寄りの橋を通過する方法では対応が遅れる恐れがあるため、管理橋により早期対応を可能とする。

なお、管理橋の構造・寸法は図-7に示す。

3. 魚道の設計について

1) 対象魚種の選定

野洲川は、表-5に示すとおり、以前として良好な水質が保たれていて、魚種も豊富なことから、石部頭首工地点を移動する魚介類に配慮がなされ

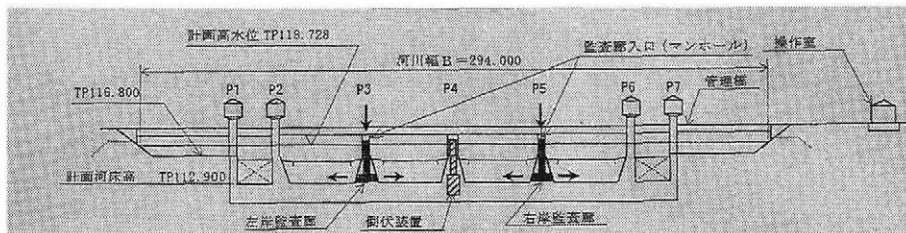


図-11 監視廊位置図

たものでなければならない。

そのため、野洲川の下流域から中流域に生息する魚介類について、1採取や目視確認による直接調査、②建設省の水辺の国勢調査、③漁業実績データ等から、61種類を特定した。この魚介類を生活型、遊泳形態、生活分布域、由来分布、放流の有無、および、出現頻度等で分類後、配慮すべき対象として下記のような特徴を持つ魚種を選定した。

- ・生活をまっとうするため、頭首工地点の移動が不可欠な魚
- ・水産的に重要な魚
- ・本来的に生活分布域を形成する魚種で河川工作物がなければ、移動する魚

さらに、これらを主対象魚種（時期を選んで移動する魚種）と副対象魚種（時期を選ばず移動する魚）に分類し、それぞれに次のような配慮をすることにした。

主対象魚種：魚道の構造、形式、断面などに定量的に対応する。

副対象魚種：資材の選定や魚道表面の凹凸など補助的手段で流速分布域を広げる。

なお、選定した主対象魚種及び副対象魚種は、表一六の通りである。

2) 既設魚道の利点・欠点を分析し設計に反映

野洲川に設置されている4箇所の井堰・頭首工の魚道機能を調査分析し、つぎのような配慮を

行うこととした。

- ・不安定な遷移流況とならないように適切な隔壁間隔とする。
- ・河床材料の粒径に配慮し、潜孔部を極力大きくするなどして、排砂性を高める。
- ・魚道入り口は、エプロンの直下流に開口し、かつ、入り口付近にプールを設けることにより、魚の侵入を容易にする。
- ・魚道入り口から護床工下流端まで、流水が連続するよう、護床工の一定幅に突起を設けない。
- ・魚道の出口は、できるだけ取水口の上流になるようにし、遡上した魚が取水路に迷入するのを防ぐ。

3) 魚道対象流量

魚道流量（石部頭首工地点で魚道に流す流量）としては、年365日の内、275日これを下回らない流量（低水流量）を対象にした。これは、月一日程度は、魚道の機能に支障がある少流量が発生した場合でも、魚は一日程度なら待ってくれるという思想である。表一七は、過去10年間の日平均河川流量データから月別低水流量を計算したものであるが、8月に発生する最小流量が、 $Q=1.19/\text{sec}$ であることから、 $Q=1.00/\text{sec}$ を魚道対象流量にして設定することとした。

4) 魚道形式

本頭首工の魚道形式として求められる基本事項は、

表一五 野洲川横田橋地点の水質状況：石部頭首工の上流2km地点

項目	PH	DO	BOD	SS	全窒素	全リン
調査値	7.1~9.1	9.6	1.1	6.7	1.17	0.06
出典：滋賀県環境白書資料編 単位：mg/little PHは無単位（平成11年度平均値）						

表一六 対象魚種

主対象魚種	アユ、ワカサギ、ビワマス、ウナギ、ウツセミカジカ、カジカ、ヌマチチブ、ウキゴリ、シマヨシノボリ、トウヨシノボリ（10種）
副対象魚種	コイ、ギンブナ、ヤリタナゴ、タイリクバナタラゴ、アブラボテ、オイカワ、カワムツB型 アブラハタ、モツゴ、ムギツク、カマツカ、カワヨシノボリ、ズナガニゴイ、ニゴイ、ドジョウ、シマドジョウ、スジシマドジョウ、アジシマドジョウ、アマゴ、テナガザエビ、スジエビ、アメリカザリガニ、モズクガニ（23種）

表一七 月別低水流量（単位： m^3/sec ）

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
低水流量	1.96	2.56	4.34	2.78	1.41	2.14	2.83	1.19	4.90	3.83	1.78	1.49

表一 8 採用魚道の形式とその特徴

位置	魚道タイプ	特徴
右岸	緩勾配多自然型	自然河川の流況により近づけることが可能な形式であり、遊泳力の小さい魚類の遡上も容易にできる。
	アイスハーバー型階段式	遊泳魚を対象に近年採用事例が多い。魚道内流況が安定していて、非越流部の下流に休息場所が確保できる。
左岸	傾斜導壁式	魚道内に堆積した土砂の排除が容易である。スリット部で出現する流速は表面で早く、底部で遅くなる。越流部では、魚類が好みの越流水深を選べる。
	呼び水路	魚の上り口に集魚させるための水流を発生させる。

表一 9 魚道総流量と各魚道の機能状態

魚道総流量	0.25 m ³ /s	0.5 m ³ /s	0.75 m ³ /s	1.00 m ³ /s
①緩勾配多自然型	○	○	○	○
②傾斜導壁型		○	○	○
③アイスハーバー型階段式			○	○
④呼び水路				○

- ①アユ、ビワマスのような突進速度の大きな遊泳魚および遊泳力の小さい底生魚等の両者を移動させうる機能を持つ魚道であること。
- ②本頭首工は兩岸に土砂吐を配置し、年間353日はこの上部フラップゲートから放流されるため、下流にミオ筋が兩岸に発生することを考慮すれば、兩岸に魚道を配置すべきであること。

この基本に立ち、採用した魚道タイプとその特徴は表一 8 のとおりである。

5) 各魚道の流量と確実な機能の確保

魚道断面は、流量の大小による流況変動を少なくするため、魚が数匹並列して遡上できる程度にとどめこととし、各魚道流量は、 $q=0.25\text{m}^3/\text{sec}$ を目安にする。前述のように呼び水路を含めて4本の流路になることから先に設定した魚道対象流量の $Q=1.00\text{m}^3/\text{sec}$ と整合がとれることとなる。頭首工地点の通過河川流量が、毎秒1.00トンを下回った場合、すべての魚道が機能低下を起こさないようにするため、最上流部に小さなゴム堰を

設置し次のような優先順位を持って機能の確保を図ることとした。(○は機能確保状態)

なお、左岸の傾斜導壁式魚道の平面形及び右岸の緩勾配多自然型魚道の横断形を、それぞれ、図一12と図一13に紹介する。

IV. ゴム堰の操作に関する検討

1. 操作順序

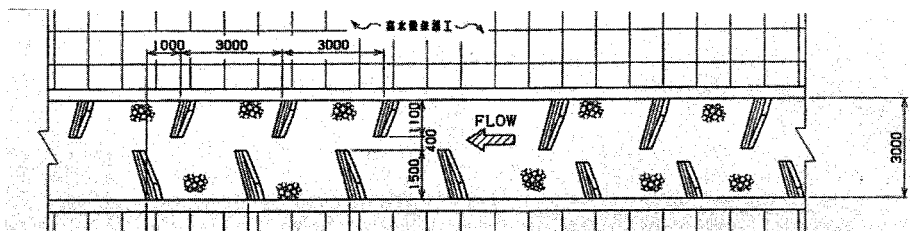
ゴム堰の操作については、安全で、操作が単純であることが必要である。倒伏操作については、表一10に示すように、土砂吐とゴム堰の操作の優先性について検討を行った。

両案の比較の結果、ゴム堰の特徴を生かすことにより、操作が単純化され操作ミスが少なくすることができるゴム堰優先開門方式を基本操作方針とし操作フローを作図したものが、図一14である。

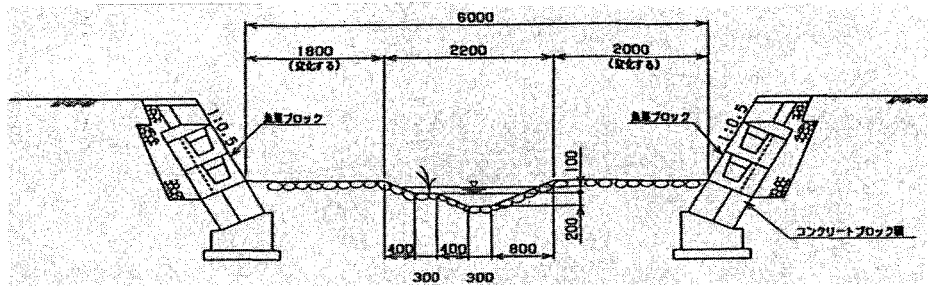
2. ゴム堰の倒伏・起立時間について

1) 倒伏時間

ゴム堰の倒伏時間は短いと、下流水位の上昇が



図一12 傾斜導壁式魚道の平面形 (左岸)



図—13 多自然型魚道の横断形（右岸）

表—10 ゲート操作手順比較

項目	両岸土砂吐優先開門（交互開門）	ゴム堰優先開門（一斉倒伏）
ゴム堰倒伏の確実性	土砂吐部からの先行放流により下流水深がすでに上昇しているため、倒伏の確実性が損なわれる恐れがある。	下流水深が上昇していない状態で倒伏させることから、下流水位の影響を受けず、倒伏の確実性が高い。
操作性及び安全性	ゲート開門により、過大な放流量とならないようにするためには、細かいゲート操作が必要である。特に、土砂吐ゲートのフラップ全開状態から、直ちにゲート引上操作ができないので、フラップ閉門操作を挟む煩雑な操作となる。	下流の水位上昇が制限内になるよう倒伏速度を設定すれば、倒伏開始操作を行うだけであり、ゴム堰の特徴を生かした単純な操作となる。左案でいう土砂吐フラップの閉門操作は、ゴム堰の倒伏操作中でも、河川水位が下がった段階で随時行え、余裕を持った操作ができる。
流況	両岸土砂吐から約500m ³ に達するまで放流することから、流況が両岸に集中しやすい。	洪水の初期段階から、河川全体に放流することから、本来の河川流況を早期に再現できる。
優劣	劣	優

急激となり、ゆっくり長時間かけて倒伏させると、洪水増加量に対応できず上流水位が高水敷を越えるおそれがある。したがって、倒伏時間を定めるに際し、下記のような本地区の特徴を踏まえてシミュレーションを重ねる必要があった。

- ・ゴム堰頂から、高水敷まで、40cmと余裕高が少ないので、洪水量が比較的少ない段階で倒伏を開始する必要がある。
- ・堰上げ水深が、3.55mと高いため貯留量が多く、下流水深の上昇を緩やかにするためには、倒伏時間が長くなる傾向にある。（これは、引き上げ式の鋼製ゲートを採用した場合も同様である。）
- ・過去の流出ハイドロカーブにおいて、小洪水段階で、急激な立ち上がりを見せるものがある。

倒伏開始時の越流水深を変化させながら、最も急激な立ち上がりを見せる洪水を対象としたシミュレーションの結果、下流水位の上昇を限度内に抑え、上流高水敷とのクリアランス（下図e値）が

10cm以上確保されることになった倒伏時間は、表—11に示すとおり180分であった。

倒伏回数は、年間6回から7回程度になるが、過去5年間に現況頭首工で、土砂吐を全面開放した実績も6回程度であることから、土地改良区も現在の管理状態と大幅な変更がないことに安堵の感がある。参考まで規模の大きいゴム堰において倒伏時間が長い例では、360分がある。

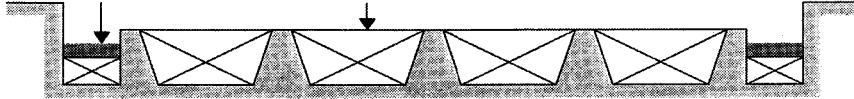
今後の課題として、図—15に示すように、同一の排気量（A曲線倒伏）では、洪水流入量の増加度合いや、下流河川の地形状況により差があるものの、本地区においては、倒伏を開始してからの約30分間において下流の水位上昇が急激となることから、この30分間の倒伏速度に規定されるため、どうしても倒伏時間が長くなる。しかし、下流水位の上昇が緩やかになった60分後からB曲線に切り替える等、排気量変換バルブを装備するハードウェア及び操作に必要なソフトウェアの開発がなされると、総倒伏時間の短縮が可能であると思わ

ゲート基本操作方針フロー

(1) 開門操作

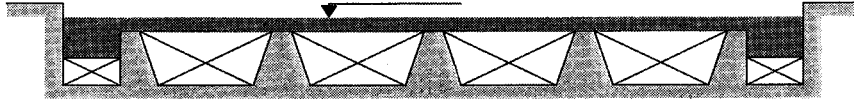
① 常時・定水位操作 (土砂吐フラップゲート自動制御による。)

取水位 $WL = 116.35m$ 堰頂高 $= 116.45m$

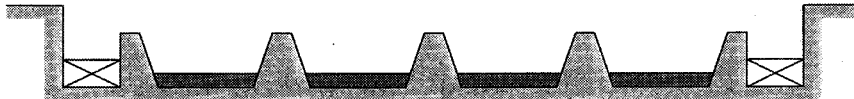


② 洪水吐倒伏開始前 (流入量が増加し、 $Q_i = 130m^3/s$ に達する。)

$WL = 116.65m$ (越流水深 20cm)



③ 洪水吐を全門一斉に倒伏 (貯留水が放流され、河川水位が一時的に下降する。)



④ 土砂吐を開門 (全ての水門を開門し、増加する洪水に備える)



(2) 閉門操作は、①洪水吐起立、②土砂吐閉門の順番とする。

図-14 ゲート基本操作方針フロー

表-11 ゴム堰倒伏基本諸元

ケース	諸元	備考
倒伏開始時の呼び越流水深	20cm	実際は、袋体変形があるので 26.8cm
流量係数	模型実験値	
倒伏時間	180分	
倒伏開始時の流量	$128m^3/s \approx 130m^3/s$	
下流水位上昇の度合	限度内	下図 $\Delta h / \Delta t$
上流水位の洪水数との余裕高	10cm 以上	
年間倒伏回数	6~7 回	

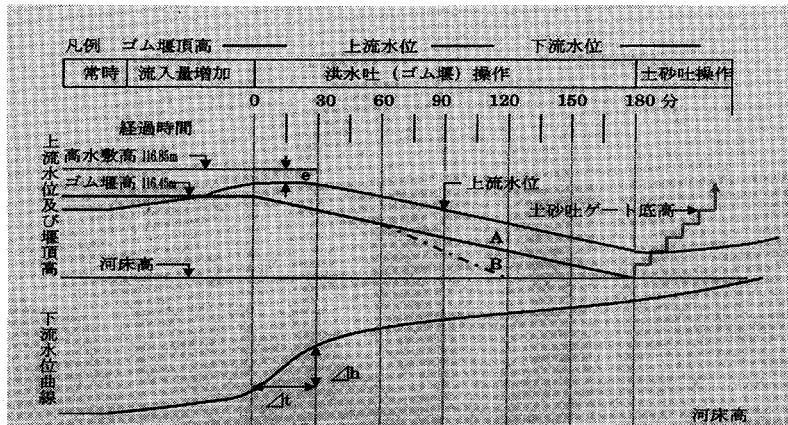


図-15 洪水時のゴム堰倒伏操作と上下流水位の変化

れる。

2) 起伏時間

洪水終了後、ゴム堰が短時間に立ち上がることは、水利利用者に安心感をもたらすが、将来の維持管理を考慮すればゴム堰を膨らますために必要な送風機の容量が大きくなり、高圧受電になって、大幅な電力料金の増につながることから、水利利用と電力料金の両面から検討し、ゴム堰の起伏時間は、1門あたり1時間と設定した。このことについては、ゴム堰を一斉に起立させる場合には4時間を要することとなるが、将来の予定管理者である土地改良区からの「4時間程度の堰の貯水復旧時間であれば、洪水終了後の水田は湛水状態にあり支障はない。」との意見を踏まえて、低圧受電規模になる施設規模に抑えることとしたものである。

3. 模型実験によるゴム堰倒伏実験結果

操作方法の決定に際し、縮尺1/15モデルを作成し、計画倒伏時の河川流量における上下流水位を与え、倒伏時間180分間における袋体のゆれ・振動及び完全な袋体着床の検証を行った。

結果として、本頭首工の堰直下流に70cm(図-7参照)の落差工が配置されているという好条件もあり、上下流の水位差が確保されやすくなり、図-16の写真に示すとおりスムーズにかつ完全に着床することが確認できた。

4. 上流中州の移動に伴う、堰維持管理上の支障検討

現堰は、新堰の完成後撤去することになる。現堰上流の河川改修が現堰撤去にあわせて平行的に行われれば上流中州(図-2参照)が移動し、堰周辺に堆積されることにより堰の管理に支障をきたす恐れはないが、河川改修が遅れることにも配慮し、洪水時に土砂がゴム堰の上流でどのように

堆積するか、模型実験で予測を行った。

実験は、長期的な河床形態が形成するとされている年最大流量(1,000m³/s)を河床が安定するまでの時間(28.3時間)流す実験並びに過去の既往最大流量(3,300m³/s)を発生した波形で流す実験を行った。結果として図-17に示すとおり、年最大流量の方が大きい土砂の移動・堆積が見られた。しかし、ゴム堰全体に堰高の20%の土砂堆積があってもゴム堰の内圧を $P/\rho gH=2.0$ まで高めれば、初期堰高の95%まで回復可能であると、技術基準(案)にも示されているが、実験の結果、堆積厚1m以上に及ぶ範囲は極一部であり、先に築造されたゴム堰で行われている通常の維持管理の方法(部分的には機械による排除とゴム堰の起伏によるフラッシング操作)で対応は可能である。しかし、より容易で安全な堰の管理に配慮すれば、堰の上流部の中州を事前に撤去することにより、洪水により土砂が堰周辺に堆積するのを最小限にすることができる。また、上流中州高を越えない中小洪水においては、中州のある兩岸低水護岸部に流水が集中して低水護岸部の局所洗掘の発生が起りやすくなるように現堰の撤去と合わせて、生態系にも配慮しながら中州を撤去する方法について河川管理者との協議が継続されているところである。

V. 最後に

昭和29年に完成した現在の頭首工は、今なお、機能しており、先輩の技術者諸氏の英知を結集したすばらしい構造物であることを、現地を訪れる度に痛感します。上流に向け穏やかな弓なりの平面形を見せる固定堰、また、固定堰を超える水の流れは優美というしかありません。また、ミオが偏った場合でも、兩岸とも確実に取水できるよう、

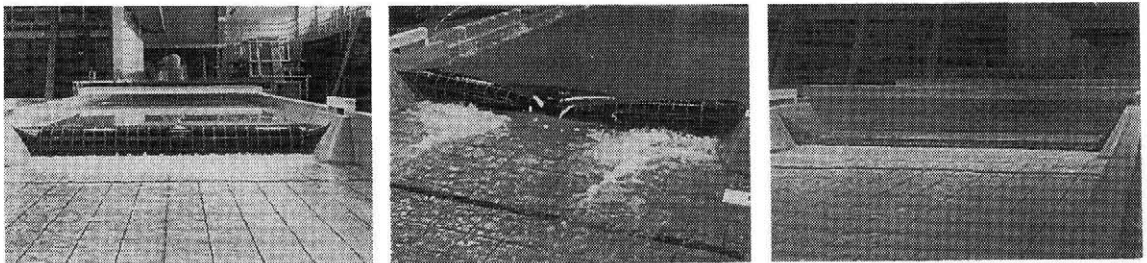
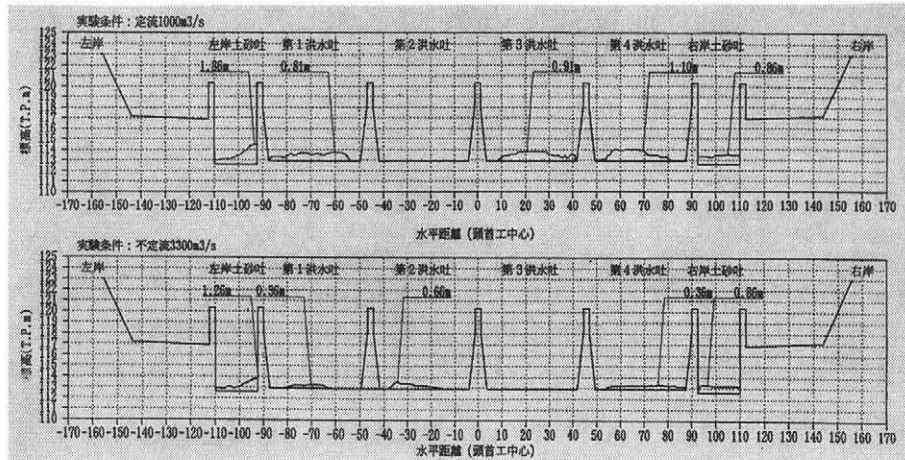


図-16 ゴム堰倒伏実験写真



図一17 ゴム堰上へ土砂の堆積予測実験

上段：年最大流量 $1,000\text{m}^3/\text{s}$ を28.3時間流下させた場合
 下段：既往最大流量 ($3,300\text{m}^3/\text{s}$) を発生波形で流下させた場合

固定堰の中に兩岸に連なる水路が設けてあるなど、その工夫の程に頭が下がります。しかし、自然的・社会的な変化により、この度全面改修せざるを得ないことになったことにご理解賜りたいと存じます。

ゴム堰はゲートの建設コストで見た場合、一般的に鋼製ゲートの半分以下のコストになり、ゴム堰の導入が可能な河川は、他にも多くあると考えられます。今回の、検討を通じて感じたことは、当然のことながら、過去の河川の流況をよく分析し、操作方法を十分に検討してから、詳細設計に入ることの重要性です。操作方針がないまま詳細設計に入ると、基本諸元が変わる可能性がありま

す。要は、ゴム堰の特徴を生かした単純操作がどうすればできるのか、単純な操作で、安全な洪水処理ができるのかという点です。

今後は、この石部頭首工の操作管理を通じて技術的ノウハウを蓄積し、今後のゴム堰の設計にフィードバックすることが重要だと考えます。

平成11年10月から平成14年4月まで、農水省では最大となるゴム堰の導入と設計に携わるなか、各種委員会の先生方から多くのご指導を頂戴いたしました。特に、農業工学研究所の先生方には、多忙な中、緊急なご支援を賜り大変ご迷惑をおかけいたしました。紙面をお借りいたしまして、心から感謝を申しあげます。

施設管理の実態を通して

北 川 孝*
(Takashi KITAGAWA)

目 次

1. まえがき	50	4. 事業計画と管理の実態について	53
2. 広域農業水利施設総合管理事業 「加古川水系地区」について	50	5. 当面する課題とその対応	54
3. 管理状況と特筆すべき出来事について	51	6. これからの管理業務のあり方について	56
		7. 終わりに	57

1. まえがき

これまでの土地改良事業の進捗に伴い、ダム、頭首工、用排水機場、用排水路など数多くの農業用水利施設が造成され、そのストックは膨大な量に達している。

これらの農業用水利施設は、農業生産に必要な施設としての役割のほか、地域の排水機能や良好な環境の維持等多様な機能を果たしており、特に都市化、混住化の進展が著しい地域にあっては、公共公益的役割が益々高まりつつある。

このようなことから、造成された施設の管理にあたっては、技術者の確保等により管理体制を整備し、農業用水利施設としての機能保持、地域の社会的な役割等から適時、的確な整備の実施や施設の運転・操作等を適切に行っていく必要がある。

今回、国による直轄管理の事例として、「広域農業水利施設総合管理事業」を紹介するとともに、施設管理の実態を通して管理のあり方を問うものである。

2. 広域農業水利施設総合管理事業

「加古川水系地区」について

1) 地域の特性

加古川水系広域農業水利施設総合管理事業の実施地域である兵庫県東播磨地域は、ほぼ県の南部に位置し、中国山地から流れ出る県下の河川加古川を中心に開けた沖積平野と周辺の沖積台地からなり、加古川の下流域沖積平野地域

では古代から水田農業が盛んに行われ、時代とともに洪積台地にも広がっていった。

本地域は、瀬戸内海気候に属しており年平均の降水量が約1300mmと少なく、また、水田の多くが台地上にあり加古川を水源とできないことから、不足する用水を確保するために大小合わせて1万を超えるため池が設けられたが、恒常的な水不足を解消するまでには至らなかった。

また、当地域においては戦後の食料増産と相まって、昭和22年に国営かんがい排水事業の第1号として東条川地区の事業が始まり、昭和40年代前半には、増大する都市用水、工業用水と農業用水を一体とした地域の用水確保の一環として加古川西部地区や、東播用水地区が事業化された。

2) 事業の必要性

加古川は、全国の一級河川の中でも屈指の渇水河川であることから、本地域で実施された3つの国営事業の水利使用は全て豊水取水となっており、特に後発の加古川西部地区及び東播用水地区は、水源施設にかかる水利権取得条件で、加古川本川の基準点に於ける取水制限流量が低水量に近い値に設定されていることから、3地区の統一水収支計算で計画が成立している。

また、各々の水源施設においても、下流水利権等から取水制限流量が設定され厳しい水源利用となっていることから、各地区とも基幹水利施設の利水管理を適正且つ公平に行い、水源の有効活用を図ることが非常に難しい状況にあった。

このため、本総合管理事業は、3つの国営か

*近畿農政局淀川水系土地改良調査管理事務所加古川水系広域農業水利施設総合管理所 (Tel. 0794-87-3321)

んがい排水事業により建設された基幹となる水源施設、揚水機場、導水路、幹線水路等の施設を一元的に管理することを目的として、平成2年10月に全国で始めて国営による一水系総合管理事業として発足したものである。

3) 国営土地改良事業の概要

3つの国営土地改良事業では、神戸市を含む8市6町にわたる農地面積15,073haのかんがい用水及び、共同事業で実施した上・工水事業は神戸市を含む9市8町にわたり日最大319,500m³の上・工用水を供給するものである。

その概要は図-1及び表-1のとおり。

4) 管理業務内容

本事業における主たる管理業務は以下のとおりである。

- ①平常時及び洪水時の管理に必要な、気象、水文データの収集・解析を行う。
- ②受益地全域に対する配水計画と水利調整を行う。
- ③平常時においては、取水量、補給量、貯水量の決定及び施設操作並びに施設点検等を行う。

④洪水時においては、放流操作と下流河川等の警報活動等を行う。

5) 管理施設等

国が管理する範囲は、各地区共、ダム・頭首工及び幹線水路等の基幹施設までであり、その下流施設（支線水路、ため池、末端水路等）については、土地改良区及び、水利組合等が分担して管理を行っている。

国の管理体制は総合管理の中心となる総合管理所を呑吐ダムに設置し、他に3ヶ所のダム管理所を設け国の職員19名で管理を行っている。

管理所毎の管理施設は表-2のとおりである。

3. 管理状況と特筆すべき出来事について

総合管理事業は平成2年10月より実施されているが、本格的な事業実施は国営東播用水事業の完了した平成5年4月以降であり、実質的には10年程度である。

この間各施設の点検・整備要領、危機管理マニュアルの作成及びダム洪水予測システムの確立などとともに、現場の管理経験を積み重ね、管理技術の更なる向上を図ってきた。

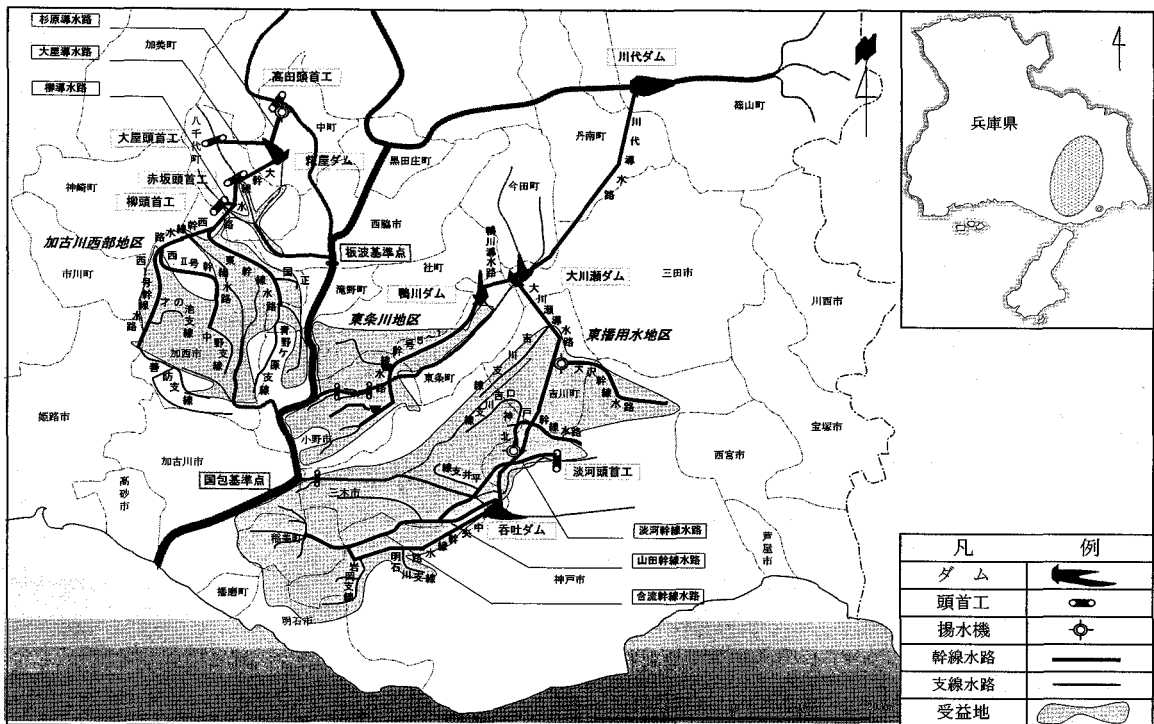


図-1 概要図

表一 1 国営3土地改良事業概要

	東条川地区	加古川西部地区	東播用水地区
事業実施年度	S 2 2 ~ S 3 9	S 4 2 ~ H 2	S 4 5 ~ H 4
総事業費	2,003 百万円	42,763 百万円	147,098 百万円
事業目的	農水 3,183ha 上水 13 千 m ³ /日	農水 3,850ha 工水 30 千 m ³ /日	農水 8,040ha 上水 277 千 m ³ /日
受益市町 農水 上工水	小野市他 1 市 2 町 上水 小野市他 2 町	加西市他 3 市 2 町 工水 西脇市	神戸市他 3 市 2 町 上水 神戸市他 6 市 6 町
受益戸数	農水 4,235 戸	農水 7,809 戸	農水 11,672 戸
施設内容	頭首工 1ヶ所 ダム (鴨川) 導水路 L=5.3km 調整池 2ヶ所 幹支線水路 L=17.2km	頭首工 4ヶ所 (高田、大屋、赤坂、柳) ダム (糺屋) 揚水機 (杉原川) 導水路 L=5.0km 幹支線水路 L=75.8km	ダム 3ヶ所 (川代、大川瀬、呑吐) 揚水機 4ヶ所 導水路 L=36.1km 幹支線水路 L=74.2km

表一 2 管理施設概要

管理所名	管理施設	構造及び規模	流域面積 k m ² (直)直接流域 (間)間接 "	備考
総合管理所 〔呑吐ダム〕 職員数 9 名	呑吐ダム 大川瀬 導水路 中央幹線 水路	重力式コンクリート ESC=17,800 千 m ³ 延長 22.7km 通水量 4.6m ³ /s 延長 9.1km 通水量 3.52m ³ /s	(直) 49.8 (間) 279.7	東播用水 地区
鴨川・大川瀬 ダム管理所 職員数 4 名	大川瀬ダム 鴨川ダム 鴨川導水路	重力式コンクリート ESC=8,150 千 m ³ 重力式コンクリート ESC=8,380 千 m ³ 延長 4.8km、 通水量 4.8m ³ /s	(直) 60.6 (間) 219.1 (直) 19.2 (間) 60.6	東播用水 地区 東条川地区
川代ダム管理所 職員数 3 名	川代ダム 川代導水路	ゲート式 ESC=1,300 千 m ³ 延長 13.4km 通水量 12.0m ³ /s	(直) 219.1	東播用水 地区
糺屋ダム管理所 職員数 3 名	糺屋ダム 杉原揚水機 頭首工 導水路 幹線水路	ロックフィル ESC=13,300 千 m ³ 実揚 55m 揚水量 4.0m ³ /s 4ヶ所 取水量 4.0~1.2m ³ /s 延長 5.0km 通水量 4.0m ³ /s 延長 14.4km 通水量 4.3~2.2m ³ /s	(直) 3.8 (間) 98.7	加古川西部 地区

以下に、この10年間において、特に全国的にも大きな話題となった平成6年の「渇水」と平成7年の「地震」時の状況について記す。

1) 平成6年の大渇水の状況

平成6年は全国的にも未曾有の渇水に見舞われ、農業・水道用水とも記録的枯渇状況を呈した。4月～8月の降水量は、約320mm（三木地域）で、7、8月は平年の10～20%（1/200確率）の極小値であった。

鴨川ダムにおいては、施設整備工事中であったことから貯水量に制限もあり、かんがい期当初より大幅な節水を余儀なくされ、一部大川瀬ダムより応援送水も受けた。

川代ダムから呑吐および大川瀬ダムへの送水も7月7日に無くなり、それ以降両ダムの貯水量が急減し、9月6日より大川瀬ダムの死水も利用せざるを得ないこととなった。農業用水については、輪番による配水管理、用水の重点配分、昼間のみ送水、間断送水（4日送水1日停止）、ため池への補給制限、かんがい末期の送水量の減及び期間短縮等の自助努力で節水に対処した。

一方水道用水も最大60%の節水を余儀なくされた。この大渇水における農業の被害については、こうした努力により一部において枯死、収量の減少の被害は発生したものの、全体的には平年並みの収穫が得られた。

2) 阪神淡路大地震

平成7年1月17日5時46分頃、淡路島北部を震源とするマグニチュード7.2の地震が発生した。この地震は、戦後最大の地震災害となり、今世紀では関東地震（関東大震災）に次ぐものである。

本地域は、これまで積極的に土地改良事業が展開された地域であり、戦後多くのダム、頭首工、用水路等の土地改良施設が築造されてきており、建設以来初めて大きな地震力を受けたものがほとんどである。

このうち、呑吐ダムでは天端で水平方向420galという大きな加速度が観測されたが、計器観測及びその後の解析結果では水理・変位・応力等についてほとんど変動は無かった。

この地震では多くの大型土木構造物や建築物が倒壊、沈下等の被害を受けたにも拘らず、当

該管理ダム等の基幹的な土地改良施設における被害は、比較的軽微なものであった。

一方、地震により大きな被害を受けた神戸市方面へ、水道用水の緊急支援として、呑吐ダムからは神出浄水場からの送水施設が最大容量となる毎秒0.2m³を上乗せ給水した。

4. 事業計画と管理の実態について

一般的に事業計画の策定に際しては、その地域特性、水利特性、営農状況等を詳細に調査し、関係者の意見も考慮し、地域及び営農者に反映された事業計画とするものであるが、実際に営農及び管理を行ってみると、計画との不整合も生じてくるものである。

以下に事業計画と管理の実態について記す。

1) 農業情勢の変化

事業計画策定当時から既に数十年の歳月を経ており、社会および農業を取り巻く情勢も大きく変化してきている。

全国的な情勢の変化ではあるがその主な内容は下記のとおりである。

- 水田減反率の増→実植栽面積の減少
- ほ場整備の促進→反復利用水の減少
- 農地転用の進展→実植栽面積の減少
- 兼業化の進展 →水利用の集中化

2) 水利用計画

水利用について事業計画では、現況施設の有効利用を図りその不足分をダムに依存する考え方から、水使いの順位は「渓流水」→「ため池」→「ダム」としているが、その利用実態は「ダム」→「渓流水」→「ため池」となっている。

これは以下の事由によるものと想定される。

○最近の異常気象による水不足が中長期的に懸念されることから、当該地区毎のため池を、非常事態の「とりで」として最後まで利用せず満水維持しておこうとする考えによるため。

○当該地区（1用水システムのブロック）の計画はダム等から注水を受ける「補給ため池」と、補給ため池から注水を受ける「利用ため池」によりかんがいを行うこととしているが、水管理の簡素化が図れ、維持管理のしやすさ、更にダム補給による利水の安定性等から、「補給ため池」のみの運用とな

っている。

3) かんがい期間の拡大

農業の兼業化にともなう労働の分散化と、酒米の産地形成化による多様化品種の導入により、従来のかんがい期間の前倒し、後倒しが必要不可欠となり、所定の日数が大幅に長くなりつつある。

代表的なキヌヒカリ、ヒノヒカリ等は6月1日の代かきから、一方、酒米である山田錦は、収穫直前の9月20日までかんがい用水を必要とする。

4) 水運用計画

東播用水地区では、地区内の川代、大川瀬、呑吐の3ダムから合計98,000千㎡の農業及び水道用水を依存しており、特に川代ダムからは約50%の43,000千㎡の供給が見込まれている。

しかし、年間送水の実績は総量平均24,780千㎡であり、過去最大でも36,970千㎡と計画の約15%が確保されていないが、これは以下の事由によるものと想定される。

- ・川代ダムは、流域が大きい貯水容量が少ないことから、降雨時の急激な流入量増に対応するため、常に貯水位を下げ管理する必要があるため無効放流の必要が生じ、川代導水路への送水量が減ることとなる。
- ・下流の大川瀬ダムの貯水状況等により、送水量が制限される場合が生じる。
- ・取水制限にかかる河川の基準点位置と、取水地点が約60km離れているため、流量の時間差により取水不能及び取水制限が生じる。
- ・上下流を含めた河川流況が悪化してきており、所定の流量が得られない。

5) ダムの管理水位

ダム容量は水収支計画に基づき決定するものであり、有効かつ効率的に管理運用することが

求められる。

特に利水ダムの運用については、満水位からの運用が通常であるが、洪水時におけるダムからの放流時は下流への安全性の確保が何よりも優先されることになり、実管理においては、放流を開始するまでに下記のとおり所定の時間を要することから、あらかじめ一定の水位を下げ管理せざるを得ないのが実情である。

- ・洪水放流にかかる設備のための職員への連絡・召集
- ・降雨データの分析、予測 → 放流決定
- ・放流にかかる関係機関への通知・連絡（放流の1時間前）
- ・警報車による下流河川の安全確認
- ・放流開始

5. 当面する課題とその対応

現在総合管理所では、広域に亘りダム、頭首工、導水路等の基幹施設管理を行っているが、前述の課題も含め、当面の管理上の課題とその対策について記す。

1) 恒常的な水不足

「課題」

- 前述の水使い順序の変化に伴い、ため池の有効活用が図られず事業計画上の適切なダム運用が図られない。
- 各地域において水田の水管理がシビアにされなくなり、送水量の一部がロスとなる。
- 表-3に示すとおり最近の異常気象により降雨量が少なく、河川流量が大幅に減少しつつある。

「対策」

- ため池の積極的利用を促進し、ダム依存量を少しでも減らせるよう啓蒙活動を実施していく。

表-3 降雨データ（東播用水地区）

区 分	年間降雨量	備 考
昭和30年	967mm	計画基準年
平年 3年	1,234	平年相当
平成 6年	646	大旱魃
平成12年	992	7,8月は平年の30% 渇水調整あり
平成13年	977	7月は平年の40% 8月末の台風で渇水は回避

○水田への送水ロスを抑えるため、土地改良区や各農家に対し、水田の水管理指導を行う。

2) 水質保全対策

「課題」

○川代ダム及び大川瀬ダム上流域の篠山市はJRの複線電化に伴い都市開発が飛躍的に進んできているが、この地域では生活排水の整備率が低く、都市化の進行に伴い水質の悪化が顕著に現れている。

○更に、最近の異常気象による猛暑によりダム湖面水温の上昇に伴い、アオコやカビ臭による異臭味障害をもたらす藍藻類（アナベナ）等の植物プランクトンが大量に発生し、毎年その改善策に苦慮している。

「対策」

特に、水質の悪化が懸念される大川瀬ダムの水質を早急に改善するべき、過去の調査結果の分析と併せて、鋭意検討作業中である。

3) 分水工の調整

「課題」

○中央幹線水路末端部に位置する7号分水工は、水源池である呑吐ダムから約9.1kmの地点にあり分水口ゲート及び分水池（静水池）、余水吐から構成されている。（下図－2参照）

○水源の呑吐ダムは国営直轄管理であり、7号

分水工は土地改良区管理である。また、送水量の調整は土地改良区からの依頼により随時行っている。

○ダムにおいて送水量の操作を行った場合、その増減した水量が分水工に到達するまでに概ね40分程度を要する。調整水量が到達した後に分水施設を操作すればそれでよいということになるのであるが、実際の調整作業は結構難しい。

○たとえば、水源池での送水調整単位は0.01 m³/s単位であるが、分水工での調整は0.001 m³/s単位である。調整時間や調整量が少しずれると、分水池の「水位低下」または「余水吐からの越流」がおこる。その都度微調整が必要になる。特にかんがい期は、日々これら調整の繰り返しである。

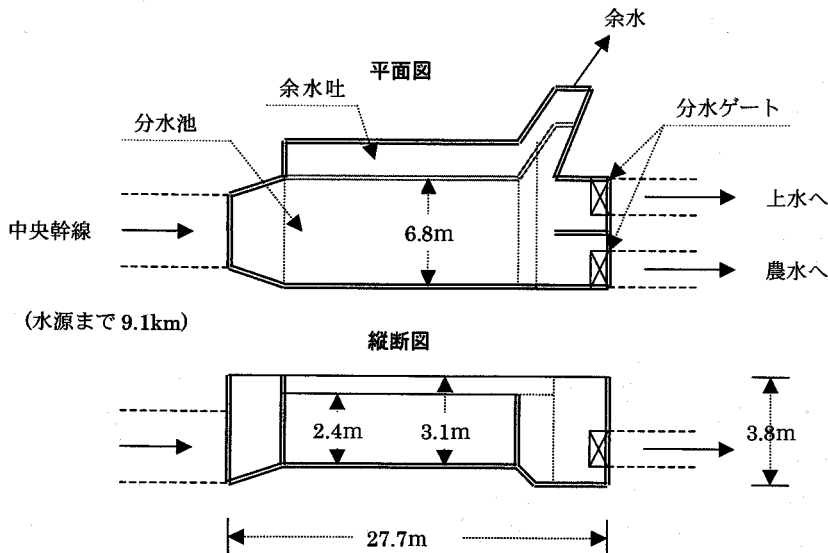
「対応」

○分水工における調整容量について、設計基準の考え方を見直していく必要がある。

4) 電気防食対策

「課題」

○当該管理施設の呑吐ダム鋼製保安ゲートに腐食が確認された。その原因は、構成材料の鉄鋼部（SS）とステンレス部（SUS）の電位差が起きる「異種金属接触腐食」と錆こぶ直



図一2 分水工構造図

下の通気差によって形成される酸素濃淡電池から起こる「通気差電池腐食」であることが判明した。

- これまで腐食についてはあまり注目されることがなかったことから、現時点では設計及び管理基準等もなく、防食にかかる明確な対策案も確立されていない。
- しかし、小規模であっても管理する数多くのゲートに腐食の兆候が確認されることから、今後早期の対策が必要不可欠である。

「対策」

- 対策工として、電位差から生じる電気化学反応が生じないようにして腐食を防止する「電気防食工法」を採用するもの。
具体的は、防食する金属よりも低電位の金属をアノード（マグネシウム合金陽極）として取り付ける「流電陽極方式」を試験施工しており、現在その効果について追跡調査中である。

5) 頭首工のゴミ処理

加古川西部地区の靴屋ダムは、直接流域からのダム貯水量は1割程度であり、間接流域の頭首工からのダム注水により、必要水量の大半を依存している。この注水を計画的に実施するためには、頭首工の適切な運用が必要不可欠となるが、現地ではこのことにかかるゴミ処理が課題となっている。

「課題」

- 増水時には流出してきた多量の草刈の草や一般ゴミが、取水口のスクリーンに絡みつき取水不能に陥らせることが多々ある。この除去を常に職員・管理員が張り付き人海戦術で対処しているが、ゴミの量や流水による水圧等からその作業は困難を極めている。
- 除塵機・焼却炉を設置したいが、所定のスペースが確保できない。

「対策」

- 現時点では、各頭首工には取水口が2門あることから、交互に取水ゲートを締め切り、ゴミ等をスクリーンから離遊させ人力により除去することとしている。但し、取水ゲートの締め切りによる急激な水位変動に伴う頭首工本体の安全装置が働き、洪水吐ゲートが自動的に引き上がり、取水水位が低下することも留

意しておく必要がある。

- 現地取水口背後地の限られたスペースを工夫し、除塵機・焼却炉の設置を検討したい。

6. これからの管理業務のあり方について

現存する土地改良施設の資産価値は22兆円とも言われており、この財産を後世に引き継ぐためには、適切かつ善良な管理が必要である。以下にこれらの施設を適切かつ善良に管理を行うために必要であろうことについて筆者の考えを示すこととする。

1) 事業計画内容等の把握・理解

施設の管理をするためには、まずその当該地域の事業計画内容を把握し、利水計画及びその運用内容の詳細についても完全に理解しておく必要がある。

また、河川協議、各種規則・規程等、更には事業施工当時の地域との確認・協議・覚書事項についてもその内容を把握しておくことが施設の運用や管理を行うために必要不可欠であると考える。

2) 各施設の構造や機能等の把握

各施設を適正かつ善良に管理していくためには、まず施設を知ることであり、以下のことが必要不可欠と思われる。

- ・当該管理施設の施工図、完成図書、仕様書等に基づきその内容を把握し、機能等についても十分理解しておくこと。

3) 各施設の計画的な補修

- ・当該施設にかかる補修・改修履歴を把握しておくとともに、点検・整備・補修作業の実施については、定期的かつ計画的に実施すること。
- ・施設の劣化、老化による改修・更新は計画的に実施していく
- ・実管理から施設の使い勝手の悪さを感じる場合は、積極的に改修を行うべきである。
- ・各種の管理基準・要領の内容を理解し、実管理に反映していくこと。

4) 危機管理の対応

施設管理にかかる、洪水・地震・事故等の危機管理時の対応は非常に重要なことであり、適切に対応するためには以下のことが必要不可欠と思われる。

- ・危機管理マニュアルの作成
- ・マニュアルによる訓練の実施
- ・危機管理の状況を想定した連絡体制の整備・確認。

7. 終わりに

これまでは物を造る時代であり、計画・設計に関してはそのための各種基準、指針、マニュアル等が多く制定されている。

しかし、これからは造ったものを適正に管理していく時代であるとも言われており、施設管理の

重要度が益々増化している。

また、施設管理にかかる技術管理基準・指針・マニュアル・手引き等については、既に一部の施設によっては策定されているが、今後更に改定を加えるとともに、策定されていない工種については早急に対処していく必要がある。

また、計画・設計基準については、施設の維持管理・危機管理をも考慮した基準でありたい。

更に施設の機能診断や劣化診断手法のマニュアル化、更新・更正にかかる設計及び施工基準の策定も急がれる。

PIP工法によるサイホン改修について

大 畑 亮*
(Akira OOHATA)

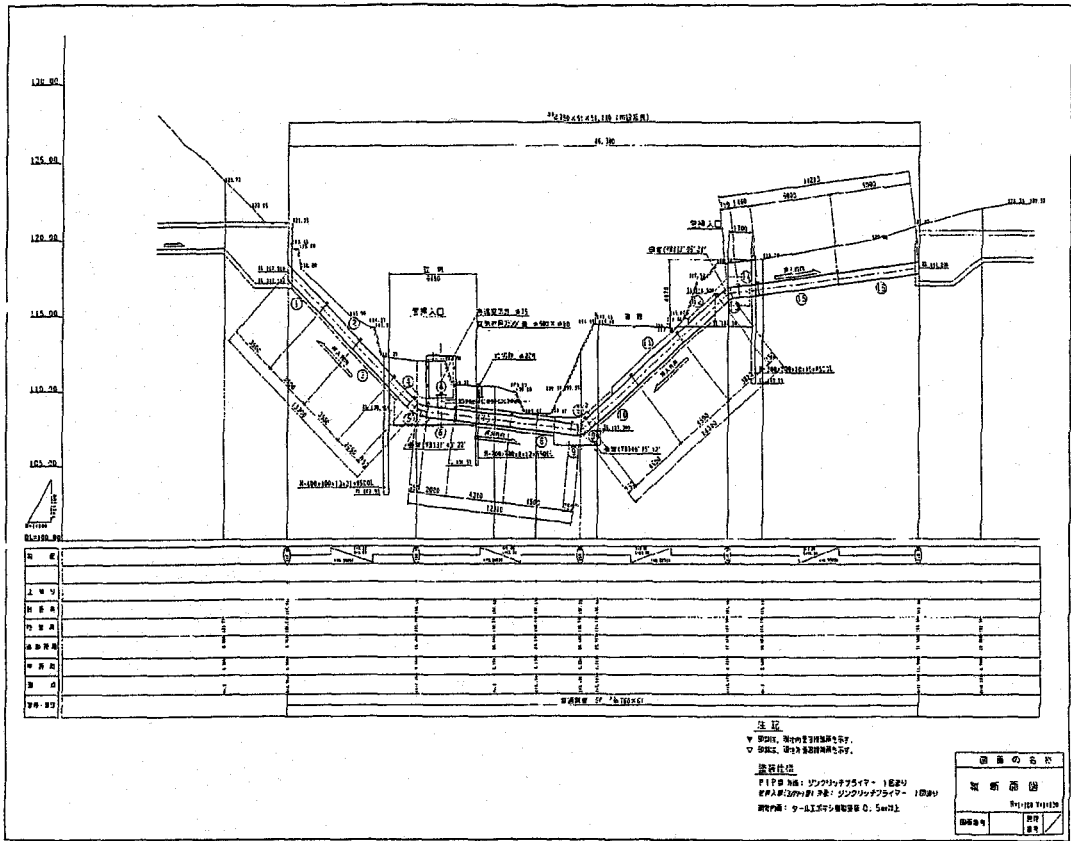
目 次

1. 事業概要	58	5. 内挿管 (PIP) 工法	60
2. 内挿管 (PIP) 工法の採用事例	59	6. 施工上及び今後の問題点	63
3. 改修の必要性	59	7. おわりに	63
4. 改修工法選定	59		

1. 事業概要

現行国営道前道後平野農業水利事業は、松山市他3市6町の水田8,720ha、樹園地2,370ha、計11,090haの受益地に対し、前歴事業（昭和32年～42年）で造成された面河ダムや幹線用水路、取水施設等の老朽化した施設を改修し、従前の機能

を確保するとともに、水管理施設等の近代化を図るものである。さらに、中山川水系志河川に志河川ダム、重信川水系佐川川に佐古ダムを新設するとともに、愛媛県が実施する県営河川総合開発事業により新設される中山川ダムに水源の一部を依存し、水田の裏作用水を確保するとともに、ほ場整備等に伴う必要水量の増、晩柑類の品質向上の



*中国四国農政局道前道後平野農業水利事業所 (Tel. 089-947-8444)

図一 縦断面図

ための樹園地への冬期用水及び新規受益地区（興居島）のかんがい用水を確保し、農業用水の安定的な供給を図るものである。

旧事業は昭和42年に完成し各施設は、現時点で完成後約30年を経過しており、水路やパイプが水象作用や老朽化により破損し、漏水が発生していることから、人家や農地への被害が発生する恐れが生じているため、これら施設の補修や改修を行う必要が生じている。

なお、施設改修にあたっては、旧事業施工時に比べて施設周辺の宅地化の進行等により、地形条件が大幅に変化してきているため、開削を伴う改修工法の採用が適当でないケースが多くなってきている。これらのことから本報文では、地形条件等により開削を伴わない埋設管の改修工法である内挿管（PIP）工法の事例を紹介するものである。

2. 内挿管（PIP）工法の採用事例の概要

- (1) 施設名称：道後南部幹線 川井サイホン
- (2) 管種・管径：ACP（石綿管）、 $\phi 800\text{mm}$
- (3) 全延長：L=54.15m
- (4) 内挿管：普通鋼管、 $\phi 760\text{mm}$
- (5) 施工延長：L=42m

3. 改修の必要性

事業計画にある基幹水路「川井サイホン」の改修を行うにあたっては、まず、施設機能診断として基幹水路施設診断指針（案）に基づき、「図2サイホンの診断フロー」に沿って、施設実態調査、設計施工資料調査、維持管理条件等の調査を行い、それぞれの調査段階で項目毎に評価し、各項目を総合的に評価し、改修の必要性を「ランクA」、「ランクB」、「ランクC」に分けることとした。

今回事例として紹介する川井サイホンについての診断フローにより、「施設実態調査」、「設計施工資料調査」、「維持管理条件等の調査」を行い、老朽化状況診断に、設計施工内容による補正と維持管理条件等による補正を行った結果、早期に改修が必要な施設であるとしての総合評価Aが得られることとなった。

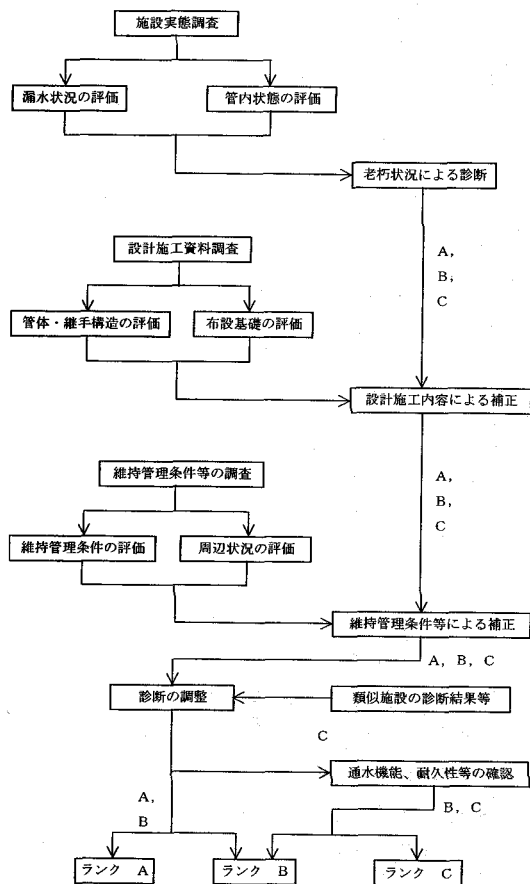
なお、図一2のサイホンの診断フローの中で最も重要なポイントとなるのは、初期段階に行う施設実態調査における漏水状況調査（漏水量の調査）と管内状態調査（継手、内面の調査）により

判断される老朽化状況診断評価であり、どちらかの診断評価がaであれば管体の機能に致命的な現象と判断できるため診断値がAとなり総合評価もランクAとなる。

4. 改修工法選定

改修工法は、これまで一般的に開削工法により布設替え等を行うケースが多く見られるが、工事施工の経済性、現場条件、地元事情等を考慮した他工法との比較検討を行い、工法を決定する必要がある。以下に本地区の基幹水路「川井サイホン」の改修工法選定について示すこととする。

- (1) 開削工法の場合には、農道及び河川を横断するため、仮廻し道路（仮設橋）、仮廻し水路が必要となり、工事費が高くなり工期も長期間となる。
- (2) 呑口、吐口水槽については、特に全面改修が必要な程度までは老朽化していないので、部分改



図一2 サイホンの診断フロー

表-1 改修診断シート

道前道後平野農業水利事業

サイホン施設 改修診断シート

施設名		川井サイホン	判定条件	調査結果
管種		石綿コンクリート管		
最大静水頭(m)		12.65		
延長(m)		54.15		
老朽 状況 診断	漏水状況評価	<input checked="" type="radio"/> a <input type="radio"/> b <input type="radio"/> c <input type="checkbox"/>	a 相当の漏水量がある、b どちらともいえない、c 改修の要否を検討する必要がない	相当の漏水量がある
	管内状態評価	a <input type="radio"/> b <input checked="" type="radio"/> c <input type="checkbox"/>	a 亀裂が進行中、b どちらともいえない、c 亀裂はない	亀裂はない
	(補修状況)	a <input type="radio"/> b <input checked="" type="radio"/> c <input type="checkbox"/>	a 大幅に補修している、b どちらともいえない、c 補修していない	補修していない
	診断値	<input checked="" type="radio"/> A <input type="radio"/> B <input type="radio"/> C	A 早期に改修が必要、B どちらともいえない、C 改修の要否を検討する必要がない	早期に改修が必要
設 補 計 等 正	管体・継手評価	<input checked="" type="radio"/> a <input type="radio"/> b <input type="radio"/> c	a 状態はかなり悪い、b どちらともいえない、c 状態は良好	継手の状態がかなり悪い
	布設基礎評価	a <input type="radio"/> b <input checked="" type="radio"/> c	a 状態はかなり悪い、b どちらともいえない、c 状態は良好	状態は良好
	診断の1次補正	<input checked="" type="radio"/> A <input type="radio"/> B <input type="radio"/> C	A 状態はかなり悪い、B どちらともいえない、C 状態は良好	状態はかなり悪い
維 補 持 管 理 等 正	維持管理評価	<input checked="" type="radio"/> a <input type="radio"/> b <input type="radio"/> c	a 状態はかなり悪い、b どちらともいえない、c 状態は良好	維持管理状態がかなり悪い
	周辺状況評価	a <input checked="" type="radio"/> b <input type="radio"/> c	a 状態はかなり悪い、b どちらともいえない、c 状態は良好	周辺状況は普通
	診断の2次補正	<input checked="" type="radio"/> A <input type="radio"/> B <input type="radio"/> C	A 状態はかなり悪い、B どちらともいえない、C 状態は良好	状態はかなり悪い
Cランク耐久性及び通水機能の確認		—		
総合評価		<input checked="" type="radio"/> A <input type="radio"/> B <input type="radio"/> C	A 早期に改修する必要がある施設である。 B どちらともいえない。 C 改修の要否を検討する必要がない。	

※老朽状況診断の□内は、データ無、調査不可の場合記入する。

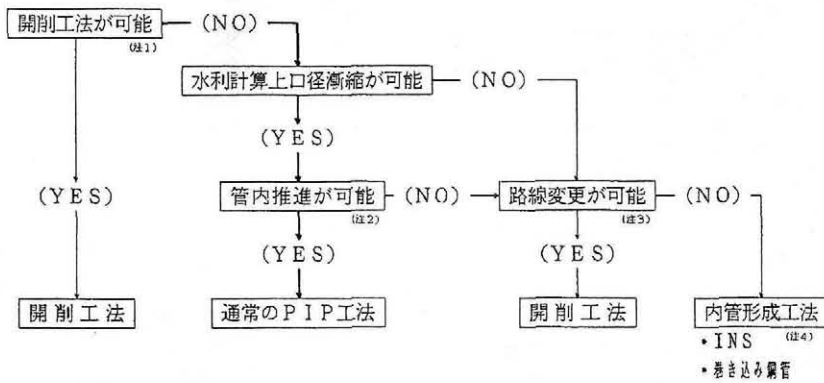
修にて対応することとした。

これらを踏まえ図-3に示す改修工法選定フローにより、改修工法について検討することとした。本検討フローでは、まず開削工法で、施工可能かどうかについて検討することとなるが、本工事では、工事現場の間近に運送会社等があり、これらの営業等に支障が生じることとなること。また、かんがい期間には通水を行う必要があるため、非かんがい期のみ施工となることから工期的にも厳しく開削工法以外の工法を選定する必要がある

と判断した。開削工法以外の工法としては、管水路の更生を目的とする更新、更生工法が考えられ、今回事例として紹介する川井サイホン改修工法については、図-3の選定フローに基づいた結果、通常のPIP工法が選定されることとなった。なお、通常のPIP工法とは、管の構造について挿入した管自体で保たせる工法である。

5. 内挿管 (PIP) 工法

次に、通常のPIP工法を用いた川井サイホン改



- (注1) 開削が可能とは、人家等の生活保障が伴わない場合。
 (注2) 管内推進が可能とは、既設管内の曲角に対し挿入管の通過が可能である場合。
 (注3) 路線変更が可能とは、経済性、維持管理上有利となる場合。
 (注4) 内管形成工法とは、INS工法や巻き込み鋼管工法等であり、既設管の老朽化や現場条件を考慮し安全かつ経済的な工法を採用する。

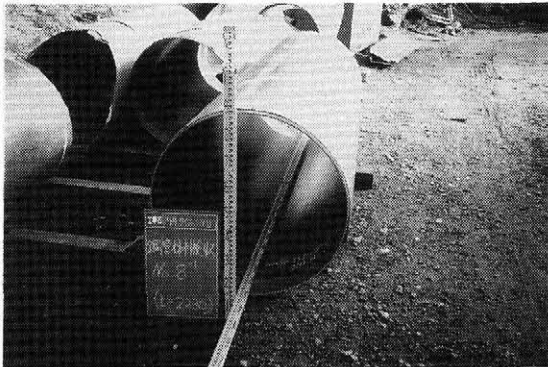
図-3 川井サイホン改修工法選定フロー

修工について、以下にその施工順序について示すこととする。

施工フロー

(1)立杭設置

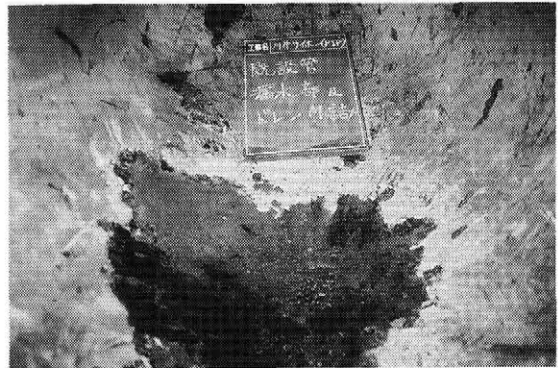
管の挿入口となる発進・到達立杭の設置



立杭設置

(2)管内調査

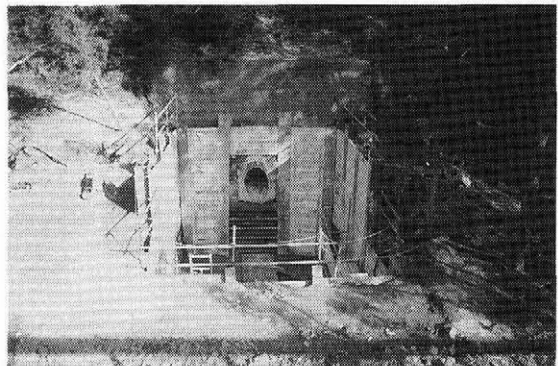
- 目視調査 管の老朽度確認
- 管内測定 管の屈曲、たわみ等の測定



管内調査

(3)管製作

管内調査の結果からJISG3443のSTW400に準拠して製作する。

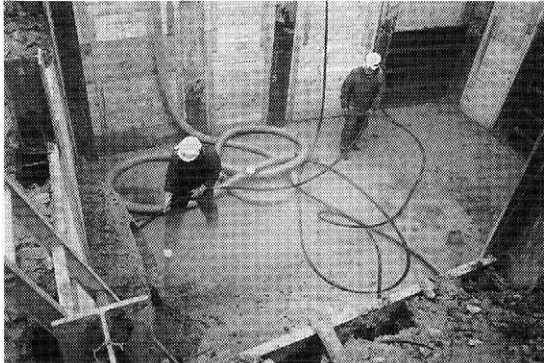


管材料現場搬入

(4)管内クリーニング（清掃）

新管の挿入を容易にするため高圧洗浄車により旧管内の錆コブ、ごみ等を除去する。新管引き込み作業に支障となる障害物及び凹凸部がある場合は、それらを撤去または補修する。

既設管内の溜まり水を特殊強力吸引車により排水する。



管内掃除



(5)新管吊込工

新管をトラッククレーン等で発進立杭に吊り込み、台車にセットする。

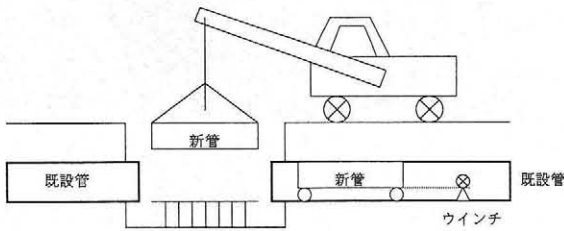


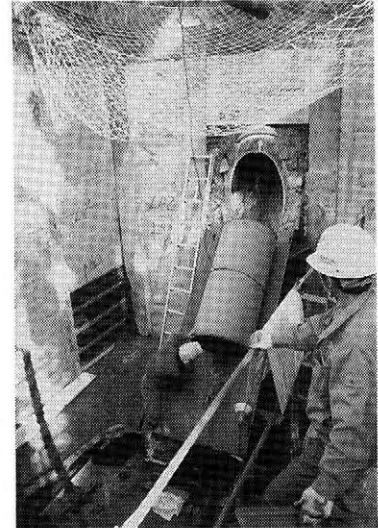
図-4 新管吊込工



(6)新管引込工

新管を発進立杭からウインチにより1本づつ旧管内の所定の位置まで人力で引き込む。その際、管底部分に搬入車輪を取付け所定の位置に引き込む。

新管を旧管内で継ぎ合わせる場合は、中継引き込みを繰り返し、新管を引き込み順次レバブロックで引き寄せ、芯出し仮付け、溶接を行う。

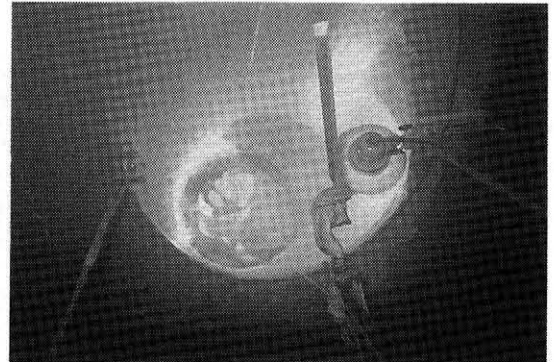


新管引込工



(7)管内溶接工

旧管内において新管を、円周方向に溶接し新管を形成する。(溶接は、電気抵抗溶接500A以上)

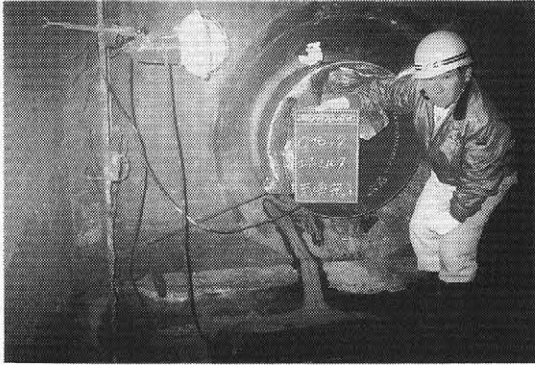


管内溶接工



(8)溶接検査

管内溶接工完了後、溶接ヶ所を超音波探傷検査により確認する。(検査頻度は全溶接ヶ所の5%とする)

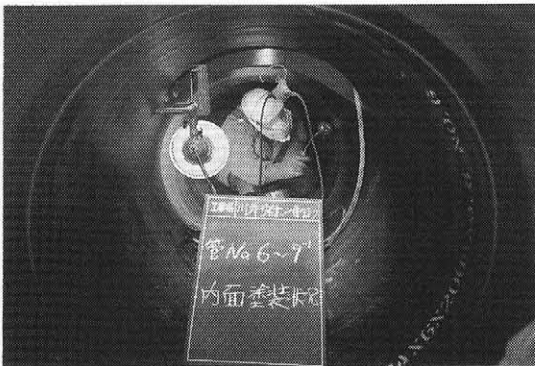


溶接検査



(9)管内塗装工

新管内において現場溶接部を塗装する。

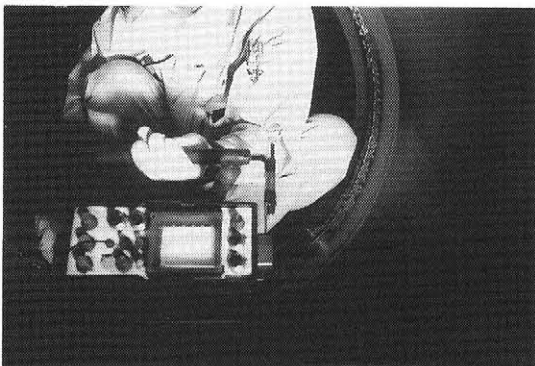


管内塗装工



(10)グラウト注入

新管と旧管の間にエアーモルタルを注入する。



グラウト注入

6. 施工上及び今後の問題点

本工法により施工した中で、気が付いた点について以下に示すこととする。

(1)設計段階では、現況の管のひずみ・継手の状況の確認に限界があり、施工前の管内調査にて初めて詳細が判断された管のひずみ等により、当初設計の管割が変更となり、

再調整に時間を費やすこととなった。

(2)本工事の場合、管径がφ800と比較的小さく、管内での作業スペースが取りづらいことと、サイホンという事もあり平坦なパイプラインと違い傾斜があるため、足場が取りづらいという施工上の苦労があった。

(3)PIP工法で行うと、次回改修する際には、1度改修されているので、現在の位置では同工法による施工が出来ないため、ルート変更等を余儀なくされる恐れがある。

7. おわりに

本工事は、非かんがい期の時期に断水しての施工のため、かんがい期までの期間が限られており、工程を日単位で、管理しなければならず、一時は間に合わないかとの心配もしましたが、工事関係者と調整を図りながら、なおかつ施工管理や安全管理にも十分に配慮して、施工を行った結果、かんがい期に遅れることなく、本工事を無事完成することが出来ました。私自身も本工法に携わることが初めてであり、前述の問題点に遭遇するなど実施工を通して様々な経験が出来、大変勉強になりました。

今後、この事を教訓に日頃の業務に活かしていこうと思います。

老朽化用水路の簡易補修工法について

—ポリウレタン樹脂系無溶剤型二液塗膜による補修工法—

中 村 晃 司*
(Kouji NAKAMURA)

小 浜 和 昭*
(Kazuaki KOHAMA)

伊 藤 久 司*
(Hisashi ITOU)

目 次

まえがき	64
1. 空知中央地区の概要	64
2. 塗膜材料としての特徴	64
3. 現地適用の実証試験	65

4. 調査試験結果	66
5. 考察	68
あとがき	68

まえがき

従来老朽化用水路の改修はコンクリートの劣化を考慮して、主に全面改修で整備してきたが、一層のスリム化やコスト削減を図るため、国営かんがい排水事業「空知中央地区」で新素材による既設用水路補修工法を試みた。

ポリウレタン樹脂系無溶剤型二液塗膜による補修工法は、紫外線や酸への抵抗性、低温下での施工性に優れ、室内試験では凍結・融解に対する躯体保護機能も実証されているが、現地での適用性を実証するため、地区内の用水路において、経年劣化抑制の評価を得るため1999年（平成11年）11月に現況調査した上で、試験施工を行った。また、剝離や目地部破断など塗膜自体の損傷の原因となる日温度変化とこれに伴う躯体・目地の伸縮について、1999年～2001年の冬期間観測するとともに、越冬後の塗膜状況も調査している。

ここでは、これら事前調査、施工状況、施工後の観測について報告するものである。

1. 空知中央地区の概要

空知中央地区は、北海道の中央部に位置し、石狩川中、下流域に拓かれた石狩平野の5市、3町、2村にまたがる約27,000haの地域を対象に、用水改良、排水改良、及び畑地用水の導入を図り、安定した用水補給により、生産性の向上や農業経営の安定を目的に1979年（昭和54年度）に国営かん

がい排水事業として着工し、現在事業が進められている。

事業計画には用水路22条159km、排水路29条64km等が計画されており、排水路の整備はほぼ完了しているが、用水路についてはその相当部分が既設路線の改修であることから、今後可能なものについては既設水路利用もしくは簡易的な補修で対応することにより、事業のスリム化・コスト削減を計画している。

2. 塗膜材料としての特徴

今回試験を行ったポリウレタン樹脂系無溶剤型二液塗膜は、はじめにアメリカで砕氷船の外板塗膜用に開発され、国内でより優れた性状に改良したもので、以下のような特徴を有している。

- ①専用特殊塗装機（スプレー状）により、広範囲において0.5～3.0mmの超厚塗りが一度に施工可能である。
- ②速乾性に優れ養生期間が短いため、約1時間で指触可能、3時間後には歩行可能である。
- ③低温時にも柔軟性に富み、かつ塗膜強度があり、母材のクラックに追従するので、水密性を確保できる。
- ④耐衝撃性、耐磨耗性に優れている。（エポキシ樹脂の約1/7（テーバー型磨耗試験機による磨耗質量試験値の比較））
- ⑤摩擦抵抗（粗度係数）が小さく滑性作用が強いため、泥が溜まりにくく水路の流下能力向上が可能となる。

このような特性があり、かつ、1987年（昭和62

*札幌開発建設部岩見沢農業事務所（Tel. 0126-22-1760）

年) から道外を中心に農業用水路、流雪溝等に実績がある。

室内試験では、コンクリート供試体に塗膜を施工し、人工的な凍結融解サイクルに対して未施工供試体と比べ圧縮強度の低下が小さいという結果が出ており、北海道のような積雪寒冷条件においても、塗膜の吸水遮断作用により凍結融解に伴うコンクリート変状を抑制する効果が十分期待できる。

3. 現地適用性の実証試験

1) 対象路線

空知中央地区の既設用水路のうち、山麓寄りの水路(北海幹線、岩見沢幹線など)は、主にL型ブロック装工となっており、施工後35年以上を経過している。背面地下水、凍上圧により傾倒や破断している区間は全面改修となるが、目地損傷や躯体表面の劣化の進行程度によって、塗膜による劣化抑制が実証されれば既設利用の可能性が広がり、コスト縮減を図ることが可能となる。

また、低地部の水路(大富幹線など)は泥炭性軟弱地盤に対応し、軽量のコルゲート装工となっており、これも施工後約30年を経過している。低地部水路は、泥炭地の強酸性条件による腐食、電食が進行しており、塗膜の施工の可能性、保護機

能が実証されるなら、工法の選択肢が拡大することになる。

なお、比較対照のために改修直後の用水路(現場打ちフルーム)として沼貝幹線でも施工を行った。

2) 凍結融解作用等に対する躯体保護機能

天候や積雪状況に応じ日々変化する凍結融解サイクルに対する、塗膜の躯体保護機能は以下のように実証する。

①躯体の現況(初期状態)の把握・評価

L型ブロックについては、コアサンプリング試験により一軸圧縮強度、中性化深さを把握するほか、クラック、目地段差、粗面状態の測定及び目視観察を行い、可能な限り数値化する。

コルゲートフルームについても、破損状況、磨耗量、腐食度合の測定及び目視観察を行い、可能な限り数値化する。

②試験施工

被覆の程度による躯体保護機能を比較するため、全面塗装と目地塗装の幅、また塗装膜厚を変化させ施工した。(表-1)

③積雪深、躯体温度等の観測

積雪深分布の定期観測や表面温度等の連続観測を行い、気象条件により形成される凍結

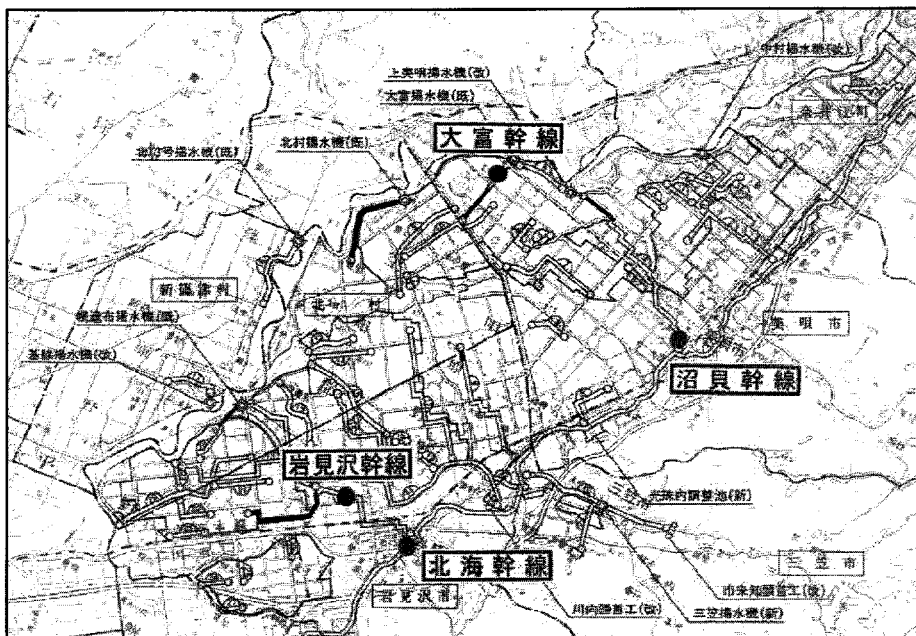


図-1 対象路線位置図

融解サイクル（温度変化）という躯体に作用するストレスを定量的に把握する。

④躯体の経年後の状態の把握・評価

躯体は、③に記したストレスや通水による磨耗により劣化し機能低下するので、一定の経年後に、①に記した現況把握と同様の調査を行い現況状態と比較し、劣化・機能低下の進行度合を把握することにした。また、これらの施工部分と非施工部分について比較し、施工部分が現況での劣化・機能低下の進行度合より小さければ、その差が塗膜の躯体保護機能ということになる。

1年目に①②③を行い、2年目は③のみを行った。④については、一定の経年後に行うこととしている。

3) 塗膜自体の耐久性

塗膜は、躯体保護機能のほかに目地が破損し、漏水している箇所の止水効果を期待し、目地部分も含めた全面塗装、また目地を含めて両サイドもカバーするような塗装を行った。

しかし、この場合、目地材が剝離し失われたのと同様に、温度変化等に起因して躯体に接着した塗膜部分は躯体に追従して伸縮し、目地部分の塗

膜はこれと逆の挙動で伸縮するというストレスが繰り返して作用することになる。とくに冬期の低温条件下、かつ経年の条件下で硬化することなく追従し、塗膜が損なわれないかを確認することが重要である。

4. 調査試験結果

凍結融解作用等に対する躯体保護機能及び、塗膜自体の現地での耐久性についての調査試験結果を以下に示す。

1) L型ブロック水路の現況状態

岩見沢幹線を中心にL型ブロック水路の現況を試験調査した結果、一軸圧縮強度については底版がやや小さい傾向が見られたものの十分な強度を有している。中性化深さについては底版の特に裏面から中性化が進み、部材厚さ150mmに対し両面で約15%（23mm）に達している。

クラックについては底版では認められず、側壁では幅、深さの計測が不可能な程度のヘアクラックのみが認められた。その発生状況は箇所数、延長ともに左右岸で同程度であり、上下方向が大部分であった。（表-2）

目地段差については岩見沢幹線に加え北海幹線

表-1 試験施工状況

路線名	用水路型式	塗装位置	膜厚 (mm)	目地塗装幅 (cm)
岩見沢幹線	L型ブロック装工	全面	1.5	—
			2.0	—
		目地	1.5	20
			1.5	30
北海幹線	L型ブロック装工	目地	1.5	20
			1.5	30
沼貝幹線	現場打ちフルーム	全面	1.5	—
			2.0	—
大富幹線	コルゲートフルーム	全面	1.5	—
			2.0	—

表-2 L型ブロック水路（岩見沢幹線）の現況状態

試験項目	単位	左側壁	底版	右側壁	記事
湿潤密度	g/cm ³	2.326	2.320	2.351	
一軸圧縮強度	N/mm ²	37.8	35.9	39.9	
圧縮強度	N/mm ²	39.1	—	40.5	シュミットハンマー参考値
中性化深さ	mm	表面 2 裏面 0	表面 8 裏面 15	表面 2 裏面 0	
ヘアクラック箇所数、延長	ヶ所/スパン mm/ヶ所	1.2 460		1.3 467	1スパンは水路長1.0mに相当する

でも測定している。両幹線とも最大値は30mm程度、平均値は岩見沢幹線で5mm、北海幹線で10mm前後である。

コンクリートの粗面状態については、左右岸側壁の高さ0.20~0.95mの部分においてモルタルペーストの磨耗が著しく、粗骨材が露出し指触による剥離もみられた。また、既に粗骨材が剥落し凹状態になっている部分もみられた。その他の部分では著しい磨耗はみられず、底版部分では表面のモルタルペーストは幾分磨耗しているが粗骨材の露出は見られなかった。

水あか等から、表面が磨耗しているのは通水断面であり、なかでも流速の大きい部分や水位が変動する範囲内ほど磨耗が大きいものと推察される。

2) コルゲートフルーム水路 (大富幹線) の現況状態

破損状況 (腐食による開口部) については、延長20m区間で側壁には破損がなく、底版に19箇所破損がみられた。発生状況は、コルゲートのうね方向 (上下流方向) に長い亀裂状をなし、ほとんどが凸部に発生している。また、亀裂が集中している部分もみられた。

磨耗量については、底版を任意の6カ所で切断しノギスにより厚さを測定したが、0.6~1.3mm (平均0.85mm) で、コルゲートの規格板厚2.8mmに対し平均磨耗損率70%にも達する状況となっている。

腐食状況については、図-2の部位に区分した。

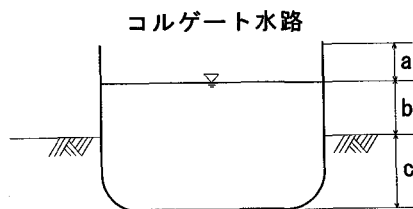


図-2 腐食状況の区分

おおまかな腐食状況は表-3に示すとおりである。表-3からは、下部になるほど腐食の進捗が大きいことがわかる。

これは泥炭土壌に起因する電食を示唆するものと推定される。

3) 現地観測結果

①気象概況

岩見沢及び美唄アメダスによると、1999年~2000年の冬期は、気温は平年に比べてやや低めであり、とくに12月中旬と2月に低く、積雪深は美唄では平年に比べて幾分多く経過し、他はほぼ平年並みであった。また、2000年~2001年の冬季は平年に比べて低めであり、積雪深は平年に比べて多かった。

②躯体等の観測

観測は、2000年、2001年の冬季に行ったが2期ともに同じような傾向となっている。

a. 躯体表面温度

表面温度は岩見沢幹線、大富幹線、沼貝幹線で観測している。いずれも1月の一定の時期までは明確な日間変動を示すが、その変動幅は小さい日が5°C以下、大きい日が20°C以上にもなっており、天候 (主に日照) に左右されているものと考えられる。

1月のある時期以降顕著な変動を示さなくなっており、水路が一定程度以上積雪に覆われたため、その断熱効果で保温されたものであると考えられる。

b. 躯体のひずみ

全体的には11月下旬の観測開始後、寒冷期に向けて収縮する傾向にある。水路が雪に覆われ温度変化が一定に保たれるような状態では、変位の変化量が小さくなった。

c. 目地間隔の伸縮 (継目計により計測)

目地間隔の伸縮は岩見沢幹線、沼貝幹線の水路側壁天端で計測した。目地間隔の伸

表-3 腐食状況調査結果

区分	位置	腐食状況
a: 側壁上部	水路水位より上	錆等の腐食はみられない
b: 側壁 中間部	水路水位より下 背面地盤より上	錆が現れているが、錆の浮き上がりはみられない
c: 側壁下部	背面地盤より下	腐食がかなり進行し錆の浮き上がり、錆の剥離が非常に進んでいるが破損はみられない
d: 底版部		腐食がかなり進行し破損もみられる

表-4 膜厚測定結果

(膜厚: mm)

路線名	塗装位置	目地塗装幅(cm)	施工膜厚	測定位置	測定箇所数	施工直後膜厚 H11.12	越冬後膜厚 H12.3
岩見沢幹線	全面	-	1.5	側壁	12箇所	1.75	1.76
				底版	8箇所	3.11	3.11
			2.0	側壁	12箇所	2.30	2.30
				底版	8箇所	3.16	3.16
	目地	20	1.5	側壁	18箇所	1.74	1.74
		30	1.5	側壁	18箇所	1.68	1.68
北海幹線	目地	20	1.5	側壁	18箇所	2.83	2.83
		30	1.5	側壁	18箇所	2.51	2.51
沼貝幹線	全面	-	1.5	側壁	8箇所	2.21	2.21
				底版	4箇所	1.68	1.68
			2.0	側壁	8箇所	2.29	2.29
				底版	4箇所	2.28	2.28
大富幹線	全面	-	1.5	側壁	12箇所	2.30	2.31
				底版	2箇所	3.85	3.85
			2.0	側壁	12箇所	2.49	2.49
				底版	2箇所	3.38	3.38

縮は、ひずみと同様に表面温度と相似しており、同様の傾向がみられるが、岩見沢幹線の方がより表面温度との相似性が強い傾向にある。岩見沢幹線の伸縮量の最大値は1.5mm程度、日変動の最大値は1.0mm強である。これについては、内面の目地間隔が50mmであることから、目地部分の塗膜は冬期間およそ3%程度伸びた状態が継続し、最大2%強の幅で日々伸縮を繰り返しているものと想定できる。

4) 塗膜の耐久性

越冬後の塗膜の状態については、試験施工直後と同様に全対象路線とも剝離、亀裂及び空洞は生じておらず、膜厚についても施工直後と変化していない。(表-4)

5. 考察

そもそも試験施工前の躯体が比較的健全な状態で、試験施工後間もないことから、経年後の躯体保護機能については未調査である。しかし、岩見沢幹線、および北海幹線については施工後35年以

上であり、コンクリート構造物で一般にいわれている耐用年数40~50年ということからすると、今後5年、また10年後という時期は施工部分と非施工部分を比較評価する一つのタイミングになるのではないかと考えられる。一方、塗膜の耐久性については、今回の調査では躯体ひずみや目地伸縮に追従し変化がないことを示したが、今後数年間にわたりこれらの現地観測をしつつ、とくに目地部分の亀裂や目地周辺の剝離、空洞等の発生有無や、流水による磨耗・膜厚の減少を監視していく必要がある。

あとがき

本補修工法は、既設水路の躯体構造が健全な場合には適切な保護機能及び止水機能を果たすものと考えられ、開水路系以外にもパイプライン系の各種水利構造物等の補修や機能維持への適用も期待される。このため、本補修工法の現地適用性が確認できれば、当地区に限らず北海道の積雪寒冷条件下での既存施設有効利用を通じ、効率的な事業計画の策定にも資するものと考えられる。

安積疏水開拓と新安積幹線用水路の改修

高 桑 学*
(Manabu TAKAKUWA)

目 次

1. はじめに	69	3. 現在の新安積幹線用水路改修	71
2. 安積開拓と農業の歴史	69	4. おわりに	71

1. はじめに

国営かんがい排水事業「新安積（地区）」では、昭和16年度～昭和41年度の国営新安積開拓建設事業で造成された新安積幹線用水路の老朽化に伴い、幹線用水路約30km（トンネル16km、開水路14km）の改修事業を、平成9年度に着工し、平成20年度に完了する計画で実施している。

現在は主にトンネル改修工事を進めており、平成13年度までの進捗率は、（1期）72.52%、（2期）13.41%である。

新安積地区は、福島県郡山市、須賀川市、岩瀬郡長沼町、岩瀬村を受益地とした阿武隈川の西側に位置し、農業用水は奥羽山脈を越えた猪苗代湖から供給されている。

米づくりは古くから行われていたが、明治初頭の頃は見渡すかぎりの安積原野が広がり、地区内を流れる小河川やため池に依存していた米づくりは、いつも水不足に苦しんでいた。

このため、地域の開拓と用水不足を解消する目的で、明治政府直営による安積開拓が実施され、猪苗代湖の水が安積地区に供給された。

その後、昭和の国営新安積開拓建設事業並びに国営安積疏水農業水利事業（明治の「安積疏水」更新事業）により開発整備が進められてきた。

安積開拓の歴史は、明治の「安積開拓」から今日までの間約120年に渡り取り組まれ、農業振興と地域の発展に大きく貢献してきたといえる。

長年に渡り行われてきた先達の意志は、現在、新安積幹線用水路の改修事業として引き継がれて

いるわけであるが、本報文では先人達が取り組んできた歴史について紹介したい。

2. 安積開拓と農業の歴史

①安積開拓

明治初期の郡山（現在の郡山市）は、人工約5千人の宿場町で、町の西側には見渡すかぎりの安積原野が荒れ地の状態で広がっていた。

地域内の中心を、“河川延長”及び“河川流域面積”が共に東北地域で3番目を占める「阿武隈川」が流れていたが、安積原野の標高が阿武隈川よりも高い位置にあった為、河川の水を引くことは、かなり難しかったのである。

「戊辰戦争」に敗れ、賊軍の汚名をかぶせられていた東北地方は、明治初期には「白川以北一山百石」とさげすまれていた。

当時の福島県はこの状況を変えるため、安積原野の開拓を計画し、明治政府の中心人物であった大久保利通に働きかけた。世にいわれる『安積開拓（安積疏水）』が行われたのであった。

この開拓は、米沢藩出身の「中條政恒」が計画の中心と、郡山の商人であった阿部茂兵衛が「開成社」という開拓組織をつくり進められた。

これがきっかけで、明治6年に二本松藩士が中心となる開拓が始まり、明治11年には全国から500家族2000人以上の土族が移住入植した。

しかし、土地をうるおす水が足りず、開拓はうまく進まなかった。これを解決するため、政府は、明治11年にオランダから1人の土木技師を招いたのである。技師の名は「ファン・ドールン」といい、近代日本の農業水利の技術育成に大いに貢献した人である。

*東北農政局新安積農業水利事業所（Tel. 024-922-4370）

ドールンの指導のもと、安積開拓計画は進められた。

計画の基本は、猪苗代湖の水をかんがいする計画を樹立し、明治12年～15年にかけて明治政府直営の安積疏水工事が行われた。猪苗代湖から唯一流れ出る日橋川に、水位調整を行う「十六橋水門」(写真-1参照)を設置し、猪苗代湖の自然水位を変えることなく、利水、治水を考慮するものであった。

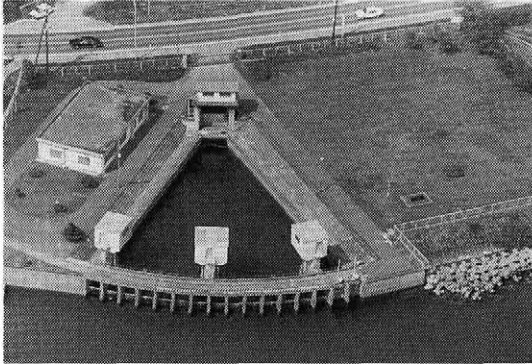


写真-1 十六橋水門

安積疏水計画が持ち上がった際、猪苗代湖周辺の人々は、工事により「湖水の水が減ってしまう」と反対した。

そこで、日橋川の底を掘り下げ、橋の下に水門(十六橋水門)を造り、水量を調整可能な工夫とした他、当時の福島県は県民の理解を広く求めるため、事業概要、補償工事の内容まできちんと説明し、多くに人の同意を得る努力を進めたという。

3年間の短い工期に延べ85万人もの人が動員され、十六橋水門(猪苗代湖水位調整施設)、上戸頭首工(猪苗代湖取水施設)(写真-2参照)建

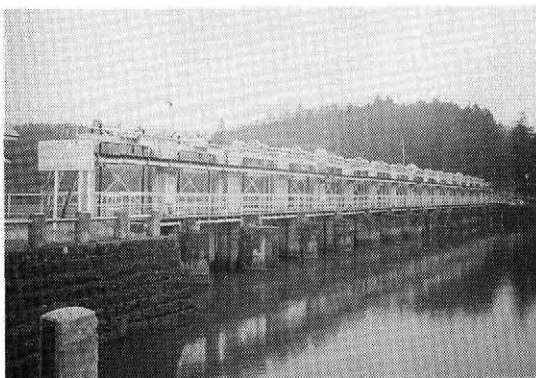


写真-2 上戸頭首工

設の他、幹線用水路52km(開水路45km、トンネル37箇所7km)支線水路7支線78kmが完成し、用水の安定供給と一層の開拓が進められた。

大正11年には12万石の生産高となり、藩政時代の4倍まで増えた。

また、安積疏水は農業だけでなく、工業などの発展にも大きく貢献してきた。

工業発展のきっかけとなったのは、安積疏水の落差を利用した沼上発電所(明治31年)の完成であり、ここで作られた電気は郡山市内まで送電され、絹糸紡績、煙草工場、化学工場など多岐に渡り利用された。

その後もいくつかの発電所が作られ、よりめざましく郡山の工業は水と電力で発展してきたのである。

②ファン・ドールン

ファン・ドールンは、オランダ生まれの測量技師で、安積疏水をはじめ数多くの設計や建築に実績を残した人物であり、西欧式近代技術に基づいた彼の技術がなければ安積疏水は実現しなかったとまで言われている。

このことから、昭和6年には、猪苗代湖畔に記念の銅像が建てられた。

この銅像は、太平洋戦争中に金属の供出のため撤去される予定であったが、地元の人たちが銅像を台座から外して隠し、戦後まで恩人の銅像を護ったというエピソードも残っている。

③新安積開拓

昭和に移り、工業の発展と共に人工が増え、国内での大規模開拓が求められている時代の中、安積地域の南西部に位置する岩瀬村、須賀川市を中心とするの開拓が、昭和18年(～41年完了)国営新安積開拓建設事業(新安積疏水)にて実施された。

この地域は、明治に実施された「安積疏水(安積幹線用水路)」よりも山側に位置する山林原野であったことから、水の恩恵が受けられなかった地域である。

新安積疏水(新安積幹線用水路)は、安積疏水の用水を、隧道途中から分水する計画にて実施された。

奥羽山脈裾野の山間部において、猪苗代町から須賀川市までの区間をトンネルを中心として開削が進められた。開墾3500町歩、入植者600戸、幹

線用水路35km（供用トンネル改修5km，開水路6km，トンネル24km），支線水路（28支線）89kmが造成された。幹線用水路の施工内訳は，開水路がコンクリート3面水路。トンネルは6割がコンクリートライニング，4割が素堀であった。

これらは，戦前戦後の資材不足の状況の中で進められたため，ようやく完成したのは昭和41年であった。

④安積開拓の更新

また，安積疏水も明治以来の老朽化が進んだことにより，一層の用水供給の安定化を図るため，昭和45年（～57年完了）に，国営安積疏水農業水利事業が実施された。

この事業により，幹線用水路の更新と深田調整池の造成を行い，猪苗代湖水の有効利用を図るとともに，常に安定した水の供給がさらに実現した。

3. 現在の新安積幹線用水路改修

昭和41年に完成した新安積幹線用水路は，戦前戦後の資材不足の時代に作られたため，トンネル区間の大半は素堀の状況となっている。そのため，時間の経過とともに落盤等による老朽化が著しく，通水や維持管理に大きな影響を与えていた。この様な状況の中，幹線用水路から用水の供給を受ける4,510haの地域に対して，かんがい用水を安定的に供給するため，平成9年度から新安積農業水利事業が着手された。

改修工事は，かんがい期は用水の通水を行った後，9月から3月までの7ヶ月の間に単年度工事により実施している。全長9km近くの連続するトンネルでは，約2km間隔に仮設の作業横坑を設置しそれを1工区として，2年～4年に渡り改修工事を行っている。

地質は凝灰岩質砂岩が大半を占め，土被り10m～100m程度，坑内の地山弾性波速度は2.0km/s以下である。

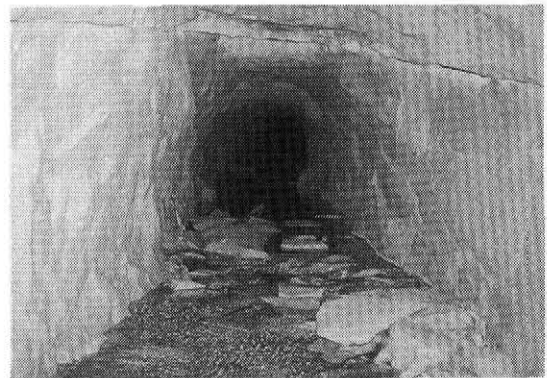
本来の地山数値はこれより高く3.0km/s程度示であるが，昭和のトンネル造成工事が発破工法により施行され，表面部にゆるみが生じているからである。

本事業でのトンネル掘削工法は，既設トンネルの内面を1.0mの範囲内で掘削する条件であることと，地山弾性波速度の数値から判断し，トンネル用掘削機械による掘削工法で実施している。ト

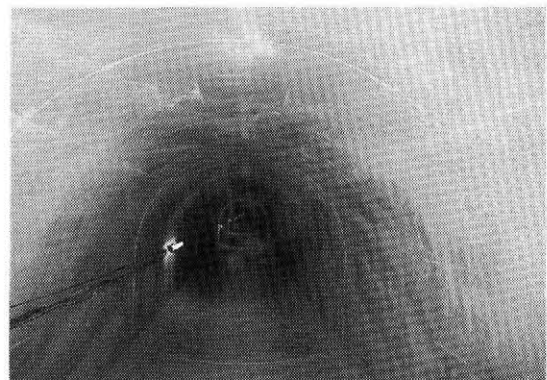
ンネル断面形状は，2rほろ型， $r=1.1\text{m}$ ，トンネルタイプはAタイプ～D2タイプによるコンクリートライニング工法であり，これまでの実績としてB1タイプが主なタイプとなっている。

覆工方法は，30Rまたは45Rのカーブラーナー付きスライディングフォーム（2分割または4分割）を用いて，プレスクリートによりコンクリート打設を行う。

各仮設横坑の延長は50～150m／箇所規模で，支保工の内幅は2.4mである。2～4年間の仮設使用期間後，仮設横坑を閉塞する計画である。



写真－3 新安積幹線用水路トンネル改修前



写真－4 新安積幹線用水路トンネル改修後

4. おわりに

安積地区の農業は，明治時代の安積開拓事業により大きく飛躍し，地域発展の基幹産業として現在も位置づけられている。

特に，郡山市は，水稻の生産量が全国2位を誇っている他，農業粗生産額も全国で上位を占めるなど，全国有数の農業生産地として，首都圏などへの食料基地として重要な役割を担っている。今

から約1世紀以上も前に安積地域の発展の礎となった先人達の開拓精神は、地域住民や私達にとっても大きな財産である。これまでに築き上げられてきた農地やかんがい排水施設が、地域の財産として、より使いやすい形で次の世代に引き次ぐためにも、新たな開拓精神のもとに国営かんがい排

水事業のかたちを追い求めていきたいと考えている。

参考文献

- 1) 編集：安積疏水百年史編さん委員会
発行：安積疏水土地改良区（1982）

兵庫県立淡路景観園芸学校・景観園芸専門課程 平成15年度生の募集（後期）

淡路景観園芸学校・景観園芸専門課程の平成15年度生募集(後期入学試験)を下記により実施いたします。
記

1. 試験の概要

項目	後 期 募 集
募集人員	若干名
修業年限	2年
出願資格	大学院修士課程の出願資格と同じ
願書受付期間	平成14年10月25日(金)～11月7日(木)
1次試験期日	平成14年11月16日(土)
1次試験合格発表	平成14年11月29日(金)
2次試験期日	平成14年12月7日(土)
最終合格発表	平成14年12月20日(金)
1次試験科目	デザイン実技 小論文 英語〔辞書持込み可〕
2次試験科目	デザイン作品のプレゼンテーション ※デザイン作品とは、出願者が過去に作成したものに限り、面接
1次試験会場	兵庫県立淡路景観園芸学校（兵庫県津名郡北淡町野島常盤）
2次試験会場	兵庫県立淡路景観園芸学校（兵庫県津名郡北淡町野島常盤）

2. 募集要項及び過去の問題の請求方法

募集要項の郵送を希望される場合は、封筒の表に「淡路景観園芸学校学生募集要項請求」と朱書きし、390円切手を貼付した宛先明記の返信用封筒(角2:33.2cm×24cm)を同封のうえ、下記問い合わせ先宛に請求してください。

また、過去の入試問題の郵送を希望される場合は、封筒の表に「景観園芸専門課程過去の入試問題請求」と朱書きし、390円切手(募集要項と併せて請求する場合は、580円切手)を貼付した宛先明記の返信用封筒(角2:33.2cm×24cm)を同封のうえ、下記問い合わせ先宛に請求してください。

3. 問い合わせ先

〒656-1726 兵庫県津名郡北淡町野島常盤954-2

兵庫県立淡路景観園芸学校 総務課 Tel 0799-82-3131 Fax0799-82-3124

〔H.P〕 <http://www.awaji.ac.jp>

1. 会員の募集

水と土の発行は皆様の年会費によってまかなわれています。今後とも事業地区の技術情報の交流を図るためには会員の確保が重要となっています。会員の皆様には職場の同僚の方々に農業土木技術研究会の成り立ちや「水と土」をPRしていただき、会員の勧誘をお願いいたします。平成14年度の年会費は2,300円です。なお、別紙のPR版を作成しましたので会員の勧誘に活用いただければ幸いです。

2. 報文投稿の募集

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

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

3. 「水と土」表紙写真の募集

農業土木技術研究会では、会誌「水と土」の表紙を飾る写真を募集しています。

あなたが撮った「美しい農村や農業生産の風景」、「地域にとけこんだ農地、農業施設」、「水・土のふれあい」などを表紙に使わせていただきたいと思います。以下を参考に多数の写真を応募願います。

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

農業土木技術研究会会員の募集

1. 創立30周年を迎えた「農業土木技術研究会」

本研究会は、全国の農業土木技術者の自主的な研究会です。その歴史は、昭和28年の「コンクリートダム研究会」にまでさかばり、事業の展開方向に即して変遷してきました。現在の「農業土木技術研究会」としても、平成11年度には設立30周年を迎えた歴史ある研究会です。

〈農業土木技術研究会の変遷〉

昭和28年 「コンクリートダム研究会」の発足：会誌「コンクリートダム」の発刊

昭和31年 フィールドダムを含めて「ダム研究会」に拡大：会誌「土とコンクリート」に変更

昭和36年 「水路研究会」の発足：会誌「水路」の発刊

昭和45年 両研究会の合併

「農業土木技術研究会」の発足：会誌「水と土」の発刊

2. 技術力向上に資する「農業土木技術研究会」

本研究会は、時代のニーズを反映した事業の円滑な推進に必要な技術力の向上のため、農業農村整備事業の計画・設計・施工事例や技術的検討内容などの現場技術情報の発信と交流を一貫して展開しています。

研究会では、現場の技術報文を中心とした会誌「水と土」を年間4回発行し会員の皆様にお届けしています。また、時代に即した技術的な情報を提供する研修会も開催しています。

3. 会員が支える「農業土木技術研究会」

本研究会の活動は、皆様の年会費によってまかなわれています。

21世紀を迎え農業・農村の位置付けがますます重要になっている今日、本研究会に入会いただき、その振興の基礎となる「農業土木技術」に根ざした研究会の活動を支えて頂ければ幸いです。会費は2,300円です（会費は51年度より据置）。

入会の手続きは、研究会へ直接又は各職場の連絡員に会費を添えて申し込んで下さい。

申し込み様式は以下を参考にして下さい。

入会申し込み

平成 年 月 日

私は農業土木技術研究会に入会します。

氏名： _____

職場・所属： _____

職場住所（会誌送付先）： _____

電話番号 _____

問い合わせ先：農業土木技術研究会 事務連絡 大平
〒105-0004 東京都港区新橋5-34-4
農業土木会館内 TEL 03(3436)1960

投 稿 規 定

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

「水と土」通信

FAX宛先：農業土木技術研究会 大平：03-3578-7176

「水と土」をより充実したものとするため、下記様式であなたのご意見をお寄せ頂ければ幸いです。

1. 本号(130号)で興味をもたれた報文について記載下さい

(1) 報文タイトル：_____

(2) 興味を持たれた具体的内容

2. 本号の編集についてご意見をお聞かせ下さい

3. とりあげて欲しいテーマなど本誌に対するご意見やご要望をお書き下さい

所属：_____

氏名：_____

編集後記

兵庫県の北はりま地域で行っている田園空間整備事業を実施している地区で、先日、田園空間博物館がオープンしました。この地区では、博物館を運営する団体をNPO法人として登録して様々な活動をおこなって行こうとしています。この地域での事業を通じた活動もはじめは行政主体で地域づくりの計画を検討したり組織づくりを行っていたのですが、行政が黒子に徹することにより、地域のさまざまな団体や人間の参加と協力を得て、住民たち自らの集まりで活動を行うようになり、とうとうNPO法人として自立的に活動を行っていく段階までたどり着きました。NPOとして法人格を取得することにより、団体名義での契約行為

等も可能となり格段に行動の自由度が増すということですから、今後の地域づくりの活動が期待されます。

ずいぶん前から言われていることではありますが、これからの農業土木技術者、特に行政の担当者には水理や構造の設計、地域計画に加えて人づくり・組織づくりをコーディネートしていく能力がもとめられていることを改めて感じました。

さて、先日行われた北はりまの田園空間博物館のオープニングイベントは、一部を除き非常に良い天気にも恵まれました。その一部というのはまさしく事務局と行政の関係者が壇上で挨拶をしているときでした。やはり行政は最後まで黒子に徹しろとお天気も言っているようです。

(農村整備課 松岡 彰博)

水と土 第130号

発行所 〒105-0004 東京都港区新橋5-34-4
農業土木会館内

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

印刷所 〒161-8558 東京都新宿区下落合2-6-22

一世印刷株式会社
TEL 03(3952)5651