

# 水と土

No.139  
2004

小特集／農業水利施設の  
機能診断に関する技術

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



農業土木技術研究会





側壁の目地離れ



側壁部(欠損)



底版基礎の空洞化

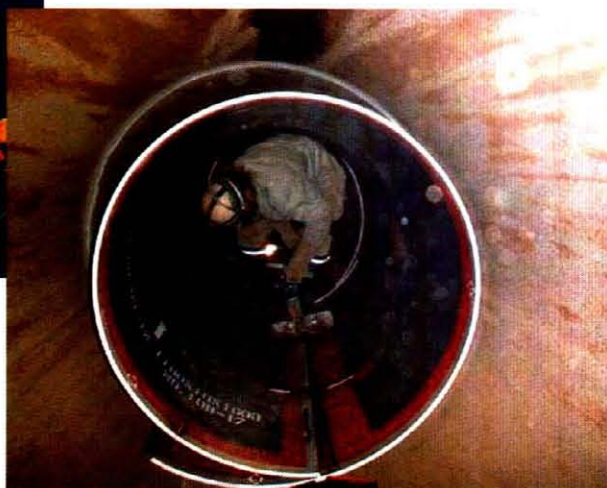


側壁の変形





巻き込み鋼管の引込み作業状況



巻き込み鋼管の拡径作業状況



塗装プラント



塗装吹き付け状況



## 西高峰頭首工のコンクリート補修事例について (本文50頁)

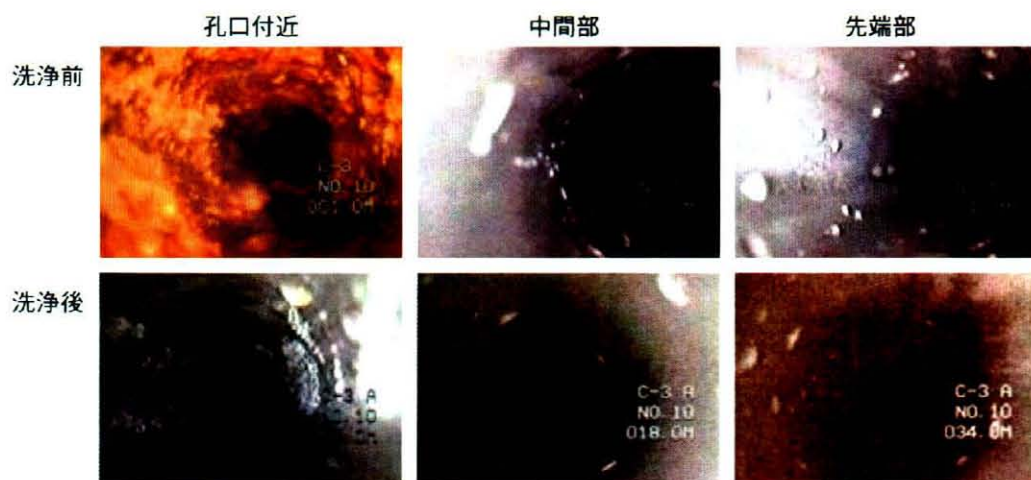


凍害により劣化した右岸側堰柱上部



西高峰頭首工全景(補修完了)

## 集水ボーリング及び水抜きボーリング洗浄工の施工事例について (本文58頁)



洗浄前後の残留物の比較



## 自然水質浄化機能を活用した浄化実験について (本文65頁)



実験用ため池植栽 (ハス)



実験用ため池植栽 (アサザ)

## 大谷地区の生態系保全工法の紹介 (本文71頁)



石詰U型水路



石積水路



石積溜樹工



ワンド



◆お知らせ

平成16年度農業土木技術研究会研修会の開催案内 ..... 9

◆報文内容紹介 ..... 11

□巻頭文

機能診断に求められるもの

米田博次..... 15

□報 文

小特集／農業水利施設の機能診断に関する技術

農業用排水路の機能診断と補修等工法の検討事例

山崎廣安・渡部昭彦..... 16

鋼管路の調査・診断と更新・更生技術

久保田昭彦・大井才一・石川 満・功刀 旭・町田 秀..... 25

既存の農業用パイプラインの信頼性解析事例

金平修祐・田中良和・樽屋啓之・中 達雄..... 37

特殊塗装ライニング工法によるコンクリート開水路の改修について

長嶋滋則・崎山佳孝..... 43

西高峰頭首工のコンクリート補修事例について

中澤和彦..... 50

集水ボーリング及び水抜きボーリング洗浄工の施工事例について

渡部輝夫・山田直美..... 58

□報 文

自然水質浄化機能を活用した浄化実験について

三浦隆雄・引地清三・本間 俊..... 65

大谷地区の生態系保全工法の紹介

奥村義行..... 71

狭山副池地区における市民参加型活動の取り組み

大利元樹・升田真理子..... 78

国営新矢作川用水地区における住民参加型直営施工の実施

成田幹夫・吾田嘉彦・星 葉子..... 83

□歴史的土壌改良施設

尾鈴地区（日本三大開拓地川南合衆国）の土壌改良事業

前田 實・轟木保夫..... 89

◆会告 ..... 95

◆投稿規定 ..... 96

◆入会案内 ..... 97



## 平成16年度農業土木技術研究会研修会の開催案内

農業農村整備事業におけるコスト縮減に関しては、平成9～11年度を対象とした農業農村整備事業のコスト縮減計画に基づいた取組により、当初の目標を達成した。

現在、平成12～20年度を対象とした「農業農村整備事業等の新コスト縮減計画」のもと、従来からの工事コストの縮減に加え、工事の時間的コストの低減、工事における社会的コストの低減等による総合的なコスト縮減に取り組んでいるところであります。

昨今の厳しい財政事情のもとで引き続き必要な整備を着実に進めていくため、平成15年度に「農業農村整備事業等コスト構造改革プログラム」を策定し、事業の全てのプロセスをコストの観点から見直す取組を進めており、今後、一層の関係者による連携と、常にコスト縮減意識をもった取組が重要となっています。

全国各地においてはコスト縮減の検討、試行が進められる中、官民連携による新技術の活用、直営施工などによるコスト縮減の取組が展開されていることを踏まえ、農業土木技術研究会では「コスト縮減への一層の取組」をテーマに研修会を開催することとします。

1. 開催日時：平成17年1月25日(火) 10:00～16:30 (受付は9:15より行います。)
2. 開催場所：科学技術館(サイエンスホール) TEL 03-3212-8485  
東京都千代田区北の丸公園2-1
3. プログラム

時 間	プログラム	講演のポイント	講 師 等
10:00	開会挨拶		農業土木技術研究会 会長 太田信介
10:10	研究会賞表彰		
10:40	農業農村整備事業におけるコスト縮減への取組	コスト縮減のこれまでの取組と、「コスト構造改革プログラム」に基づく総合的なコスト構造改革の推進について	農村振興局 設計課 施工企画調整室 室長 石川佳市
11:10	国営総合農地防災事業新濃尾(一期)地区羽烏用水路における総合コスト縮減への取組	パイプラインの埋設位置の変更等による工事コスト縮減と事業便益の早期発現による総合コスト縮減の取組について	東海農政局新濃尾農地防災事業所 係長 村瀬勝洋
11:50	昼食		
13:00	愛知用水におけるコスト縮減-コンクリートブロック上張り工法による水路改築の事例-	コンクリート上張りブロック工法の事例報告とコスト縮減の概要説明について	(独)水資源機構 愛知用水総合事業部 課長 小川 亘
13:40	直営施工による法面保護工の施工事例	センチピートグラスによる法面保護工を直営施工方式により実施する事により、コスト縮減を図った事例について	長野県 農政部土地改良課 主任 釘持和紀 松本地方事務所 土地改良課 主査 林 俊史
14:20	石炭灰を疎水材に活用した暗渠排水施工事例	コスト縮減の取組と資源の有効利用を図った事例について	福島県農林水産部 農業基盤整備グループ 技師 小口高博
15:00	休憩		
15:10	官民連携新技術研究開発紹介 浅埋設工法	管路周辺の地盤をジオシンセティックスによって一体化することにより地震時の浮上等を防止する工法の紹介	(独)農業工学研究所 造構部 土質研究室 室長 毛利栄征
15:50	官民連携新技術研究開発紹介 拡径式継手鋼管	溶接によらない新しい継手構造を持つ水輸送用塗覆装鋼管で、経済性・施工性に優れた継手の紹介	日本水道鋼管協会 川口周作
16:30	閉会挨拶		農業土木研究会理事

注) プログラムは都合により変更することがあります。



4. 参加費：農業土木技術研究会 会員 5,000円 非会員 8,000円

(昼食代は含みません。参加費は当日会場にて申し受けます。)

\*会員とは年会費を納めて機関誌「水と土」が届いておられる方の事をいいます。

5. 参加人数：定員400名（会場の都合により定員になり次第締め切ります。)

6. 農業土木技術者継続教育プログラム認定

本研修会は、農業土木技術者継続教育のプログラム認定を受けており、受講された方には5単位が認定されます。

継続教育登録会員の方は申込書に会員番号を御記入願います。

7. 申込方法：(1)申込期日 平成17年1月11日（火）まで

(2)申 込 先 〒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

FAX 03-3578-7176

(3)手紙又はFAXでお申込ください。



科学技術館への案内図・道順

●地下鉄

・東西線 竹橋駅下車 (1B出口)

・半蔵門線・都営新宿線

九段下駅下車 (2出口)

各駅徒歩約7分

\*申し訳ございませんが、当日は外部からの電話の取り次ぎは出来ませんので、急用の場合は、下記へFAXをお願い致します。

なお、FAXは受付に張り出します。

FAX 03 (3212) 8485

<http://www.cdusoft.co.jp/main/navi/map/map.htm>

----- キ リ ト リ 線 -----

農業土木技術研究会研修会 参加申込書

所属機関名

所在地 〒

電話番号

所 属	氏 名	会員・非会員別	継続教育会員番号	備 考

(備考) 参加者多数の場合は、この様式で追加して下さい。

# 水と土 第139号 報文内容紹介

## 小特集／農業水利施設の機能診断に関する技術

### 農業用排水路の機能診断と補修等工法の検討事例

山崎廣安・渡部昭彦

香川県中部の土器川沿岸に位置する農業用排水路17路線60kmが築後、概ね50年経過しており老朽化し、機能低下が著しいため、全体実施設計「香川用土器川沿岸地区」において機能診断調査・評価から補修等工法の基準等を作成し、別途公開で実施した「香川用土器川沿岸地区技術検討委員会」において検討した。

農業用水路は、無筋コンクリートの開水路であり、評価項目及び基準の作成に当たっては、現地調査を行うことで、現況水路の特徴及び地域に対応した基準等を作成している。

(水と土 第139号 2004 P.16 企・設)

### 鋼管路の調査・診断と更新・更生技術

久保田昭彦・大井才一・石川 満  
功刀 旭・町田 秀

本報は、農業用排水に使用されている既設鋼管路の適切な維持管理業務に資することを目的として、その健全度を最小コストで維持するための合理的な調査・診断・評価方法ならびに具体的な詳細調査方法および更新工法について紹介したものである。なお、診断ならびに更新・更生計画策定手法の考え方については、上水道を対象とした「鋼管路の診断及び更新・更生計画策定マニュアル」(財水道技術研究センター)を基本としている。

(水と土 第139号 2004 P.25 企・設)

### 既存の農業用パイプラインの信頼性解析事例

金平修祐・田中良和・樽屋啓之・中 達雄

事例地区の過去の管路漏水事故を対象とし、またその関連要因を水撃圧に限定して、(独)農業工学研究所研修用「水撃圧解析ソフト」を用いて、モデル化、シミュレーションを実施し、信頼性低下の主要因である漏水(故障)をなくする方策として、既存バルブの操作方法やサージingtankの追加を検討した。既設施設の信頼性向上のため今後検討がなされるべき内容である。

(水と土 第139号 2004 P.37 企・設)

### 特殊塗装ライニング工法によるコンクリート開水路の改修について

長嶋滋則・崎山佳孝

国営新湖北農業水利事業は、国営農業用水再編対策事業(地域用水機能増進型)により計画されており、農業用水路の改修については地区内水路延長約177kmのうち改修水路延長約87kmを改修し、水路機能の維持回復並びに地域用水機能の増進を図る計画である。

これら水路改修のうち、開水路の改修に当たってコンクリート表面の劣化に伴う「漏水防止機能」、「通水機能」を回復するための改修工法として採用した「特殊塗装ライニング工法」の施工事例及び事業所改修基準の考え方を紹介する。

(水と土 第139号 2004 P.43 設・施)

### 西高峰頭首工のコンクリート補修事例について

中澤和彦

白川国営造成土地改良施設整備事業は、前歴事業(昭和44年度～62年度に実施した国営白川土地改良事業)完了後、老朽化や劣化により管理に支障をきたすようになった取水塔や頭首工等の基幹的な水利施設の機能を回復するため平成12年度に開始した。

ここでは、この事業において平成14年度に実施した西高峰頭首工改修工事の中からコンクリートの補修について、調査診断から補修工事までの事例を報告するものである。

(水と土 第139号 2004 P.50 設・施)

### 集水ボーリング及び水抜きボーリング洗浄工の施工事例について

渡部輝夫・山田直美

地すべり対策事業の中の抑制工で実施した、集水ボーリング及び水抜きボーリングは主に地下水位低下を目的としたものであり、孔口は常に目詰まりがない状態が要求される。

この洗浄は、工事完成後に一定期間が経過した時点で孔の目詰まり具合により、ボーリング孔の洗浄を行うものであり経費的な面などから一般的には実施されていないのが現状である。今後、施設の維持管理が重要となることから、施工事例として紹介したい。

(水と土 第139号 2004 P.58 設・施)



## 自然水質浄化機能を活用した浄化実験について

三浦隆雄・引地清三・本間 俊

自然水質浄化機能活用実験事業「福島県久田野地区」は、H11年度より事業を開始し、植物などの生態系等を活用した浄化処理施設による、農業集落排水処理水の高度処理効果について検証をしている。

今回は、H12年9月～H15年3月までの実験データにもとづいて、その水質浄化機能を検証するとともに、実験ため池内の生態系の観察記録等から、実用施設への可能性などについて若干の考察を行った。

(水と土 第139号 2004 P.65 企・設)

## 大谷地区の生態系保全工法の紹介

奥村義行

鳥取県東部に位置する大谷地区は水路が用排兼用土水路で農道も未舗装で狭く、大型農業機械利用に支障を来し、平成12年度より大区画ほ場への整備を行っている。

一方、本地区は海拔0mの低湿地で水路に魚介類が豊富であり、毎年コハクチョウが飛来する等豊かな生態系を有している。

このため、平成13～17年度の間、生態系保全型水田整備促進事業を実施している。

今回、本地区で取り組んだ生態系保全工法と効果を紹介する。

(水と土 第139号 2004 P.71 設・施)

## 狭山副池地区における市民参加型活動の取り組み

大利元樹・升田真理子

ため池は、従来農業利水を主目的として管理・活用が行われてきたが、近年では、地域特性等にあわせて多面的な機能を発揮するようため池を再生することが求められており、これに地域住民が主体的に関わっていくとするニーズが高まっている。本報では、狭山副池地区において、近隣住民とともに整備活動を行った事例を報告する。

(水と土 第139号 2004 P.78 設・施)

## 国営新矢作川用水地区における住民参加型直営施工の実施

成田幹夫・吾田嘉彦・星 葉子

直営施工は、既存事業で造成する施設のうち比較的簡易な工事について、農家・地域住民等及びこれらで構成される団体が事業に参加するものである。国営新矢作川用水地区の六ツ美幹線水路の一部区間の上部を利用している散策路「ふれあいの道」で、直営施工の制度を利用して散策路の木チップ舗装作業を行った。材料を国が支給し、「ふれあいの道」を育てる会の会員が敷き均す作業を行ったものである。

(水と土 第139号 2004 P.83 設・施)

## 〈歴史的土壌改良施設〉

### 尾鈴地区(日本三大開拓地川南合衆国)の土壌改良事業

前田 實・轟木保夫

宮崎県児湯郡川南町内で展開している国営事業について、「川南原国営開墾事業」の土壌改良事業経緯、「高鍋川南国営造成土壌改良施設整備事業」の事業経緯を踏まえ、現在実施している「国営尾鈴土壌改良事業」の事業概要を述べ事業実施地区の農業展開の変化を取りまとめたものである。

(水と土 第139号 2004 P.89)

## 機能診断に求められるもの

米田博次\*  
(Hirotosugu YONEDA)

「機能診断」をインターネットで検索したら、土地改良施設以外にも水道管、下水処理、ごみ処理、建物などの施設ものはもちろんのこと、医療や歯科、さらには企業経営など多くの分野がヒットした。「機能診断」が広い意味でのコンサルタント業としてマーケットとなっていることが伺える。

私たちに馴染み深いのは医療分野で、人間ドッグを受ければ肝機能や循環器機能などが、A、B、Cなどのランク付けで診断されてくる。ランク分けは基準値や標準値を基にして、要観察や要治療の程度で示される。そして、「機能診断」のためにコンピューターや小型カメラ、CTスキャナーなど様々な最新の機器が用いられる。視力検査にしても小学生のころ、ひらがなやカタカナを離れた所から読み上げていたものが、現在では箱の中に浮かび上がる文字を読み上げるようになっていて、随分スピードアップが実現している。また、診断する機関も、治療を行う医療機関とは別に、〇〇クリニックなどの名称で検査のみを専門とするものが見られるようになった。

医療分野では、診断を受けた後に、進行を遅らせたり正常な機能に回復させたりなどの治療が行われる。従って、人間の生来の身体機能が「機能診断」の基準になっている。一方、建物や医療では、「機能診断」により、社会ニーズや市場の変化に対応して、倉庫をインテリジェンスビルに改築したり、企業の経営目標や経営戦略を変更するものもあるようである。この様に、収益性の向上を目的とした「機能診断」では、その基準が相対的なものであるとも言えよう。

土地改良施設の機能診断では、例えば、水路は決められた時に、決められた水量を、安全に流すことを目的に、構造や材質が設計されている。まず、この所期の目的が確保できるかが「機能診断」に求められる。そこから、補修などの対応がなされ、予防保全や施設の長寿命化が達成される。ところで、水路には当初の目的以外の新たな機能が要請されることもある。例えば、混住化に伴う生活排水の流入の防止や、より安価な管理、環境との調和に配慮した施設などの場合である。このような場合は要求される水路機能に応じた「機能診断」の基準が必要となるであろう。

また、水利施設は、基幹施設から圃場レベルの末端施設まで、全体が機能してその目的が達成される。国、県、管理団体等の各々の段階で、総合的かつ計画的な「機能診断」の取り組みと、客観的な診断指標や簡便で効率的な診断技術の確立が必要となる。基幹水路延長だけでも45千km、農業水利施設全体で約25兆円にのぼる水利ストックが、国民の財産として、その時々々の要請に答えつつ、適切に維持更新されるために、「機能診断」の技術は、これから我々農業土木技術者が取り組むべき大きな分野である。

\*九州農政局設計課長 (Tel. 096-353-3561)



# 農業用排水路の機能診断と補修等工法の検討事例

山崎 廣安\* 渡部 昭彦\*\*  
 (Hiroyasu YAMASAKI) (Akihiko WATANABE)

## 目 次

1. はじめに	16	(3)機能診断評価基準	17
2. 機能診断に関する基本的考え方	16	(4)施工優先度の判定基準	20
3. 機能診断における評価基準等	17	(5)補修等工法の選定	20
(1)開水路の変状の分類	17	4. 本地区における機能診断調査事例とその結果	21
(2)機能診断調査・試験の実施	17	5. おわりに	23

## 1. はじめに

香川県中部の土器川沿岸（図-1）に位置する農業用排水路は、造成後、概ね50年を経過しており、老朽化が進み、著しく水路機能が低下している。

現在「香川用水土器川沿岸地区」では、これらの施設について補修等を行い、農業用水の安定供給、維持管理費の軽減による農業経営の安定を図ることを目的とした全体実施設計を進めているところであり、別途設置した「香川用水土器川沿岸地区技術検討委員会」における討議を踏まえつつ、

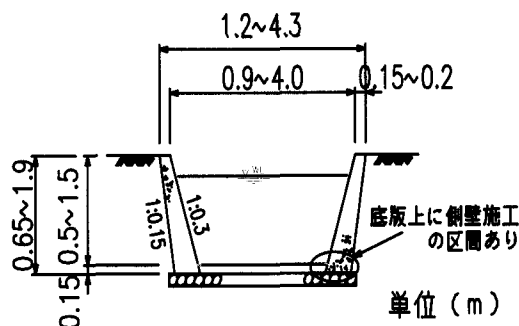


図-2 開水路標準断面図

農業用排水路の機能診断調査・基準・評価及び補修等工法の検討を行い、本地区の農業用排水路の補修等に係る工事計画の設計を行っている。

本地区において機能診断の対象となる農業用排水路は、17路線60kmであり、内訳は、開水路49km、暗渠10km、トンネルその他1kmである。本稿では、地区の代表工種である無筋コンクリート構造の開水路（図-2）の調査結果を交えながら、農業用排水路の機能診断調査・基準・評価及び補修等工法の検討事例を紹介する。

## 2. 機能診断に関する基本的考え方

本地区で実施した、開水路の変状<sup>1)</sup>に関する機能診断調査から補修等工法の決定までの基本的な考え方を図-3にフローチャートで示す。なお、開水路の変状に対する補修等工法を決定した後に施工条件等を考慮して最終的な施工計画を作成することとしているが、本文では省略している。

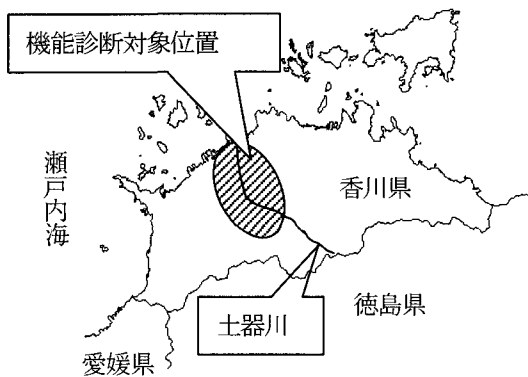


図-1 位置図

\*中国四国農政局土地改良技術事務所 (Tel. 086-223-2777)  
 \*\*中国四国農政局四国土地改良調査管理事務所 (Tel. 0877-56-8260)

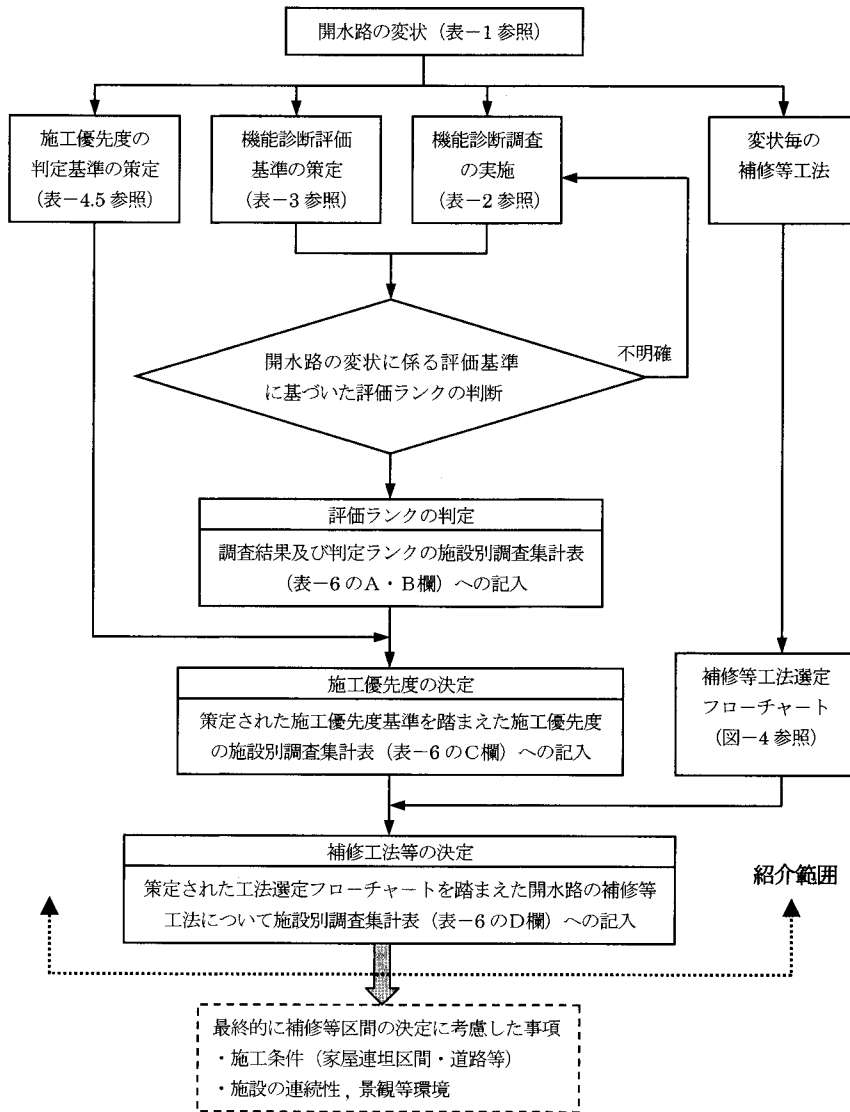


図-3 機能診断調査から補修等工法決定までのフローチャート

### 3. 機能診断における評価基準等

#### (1)開水路の変状の分類

開水路の変状に係る標準的な分類及びその発生要因の推定（複合作用有り）を表-1に示す。

#### (2)機能診断調査・試験の実施

機能診断に関する調査・試験は、表-2に示す機能診断調査等一覧表に基づき実施する。

#### (3)機能診断評価基準

機能診断における評価項目については、前項(1)で示した開水路の変状の分類を基本として定めた。また、それぞれの変状の進行度・規模により評価ランクを3段階「Ⅰ（低）～Ⅲ（高）」に区分し、機能診断評価基準（表-3）を作成している。参考として、本地区の調査結果ら得られた開水路の変状事例について、特に評価ランクⅢに相当する写真を「ア～エ」に掲載する。

なお、用排水計算で生じる通水断面不足については、変状有無に関係なく改築が必要であるため、機能診断評価とは別に対応している。

表一 開水路の主な変状分類と発生要因の推定

変状項目	変状の状況	発生要因の推定
ひび割れ (側壁)	横断方向・水平方向・斜め方向に発生。背面迄の貫通有（横断方向は側壁天端位置、漏水痕）。	乾燥収縮・温度変化、側壁への荷重増（盛土・地山風化等）。
目地部漏水 (側壁・底版)	側壁・底版に目地切れや欠損有。	止水板が無い又は破損、目地材（木材）の腐食。止水板の劣化。
摩耗等 (底版)	底版コンクリートの細・粗骨材の剥離。クラック、陥没。	土石混水流による摩耗、転石等の衝撃。乾燥収縮・温度変化。基礎洗堀。
変形 (傾斜・沈下等)	側壁の傾斜。側壁・底版の上下流スパン間の段差。	側壁への荷重増（盛土・地山風化等）。基礎地盤の支持力低下・洗堀、吸出。

表二 機能診断調査等一覧表

機能	診断項目と調査内容		確認方法			対象部位	
	診断項目	調査内容	計算	外観	試験	側壁	底版
水利	目地	止水板・目地切		○		○	○
		漏水・流入		○	○	○	○
構造	摩耗	摩耗深・クラック・欠損		○			○
		部材厚さ	○		○	○	○
		流速	○				
		土石堆積		○			○
		傾斜・不等沈下		○			○
	変形	側壁と底版の分離		○	○	○	○
		基礎部の湧水・漏水		○		○	○
		コンクリート	コア採取・ハンマー		○	○	○
		ジャンカ・コールドジョイント等		○		○	○
	水利構造	ひび割れ	ひび割れ方向・幅・深さ		○		○
水理	通水能力	断面積・勾配・流速	○	○			

注1：鉄筋コンクリート構造物（小構造物）は別途対応。

注2：調査試験は過年度迄に実施された調査資料を含む。

注3：流速は現況縦断勾配と計画断面から計算、部材厚さは流速による比例配分で計算<sup>2)</sup>。

表三 機能診断評価基準

ランク	目地の状況	摩耗（底版）	基礎地盤	ひび割れ（側壁）
変状分類 に対する 評価項目 の考え方	止水板及び目地離れの有無	無筋コンクリートの最大許容流速に対する部材厚さの確保有無	側壁・底版の不等沈下又は陥没の有無（変状分類における項目の変形を読み替え）	側壁背面まで達しているひび割れの有無
I	止水板有り、目地切れ無し。	摩耗深さの平均値が15mm未満、又は底版の部材厚が建設時設計厚の90%以上で、且つ底版に欠損、クラックが発生していない。	漏水や浸透水は無く、基礎地盤に変状は無い。	側壁背面まで達しているひび割れが水路天端から水路底方向に発生していない。又は1mm未満の幅で発生している。
II	止水板有り（劣化）、目地切れ有り。	摩耗深さの平均値が15mm以上30mm未満、又は底版の部材厚が建設時設計厚の80%以上90%未満である。	側壁と底版の分離ヶ所、底版の目地や破損箇所から浸透水が見られ、構造物基礎の洗堀が進行している。	側壁背面まで達しているひび割れが幅1mm <sup>3)</sup> 以上で側壁天端から横断方向に概ね水路底面まで達している。
III	止水板無し（欠損）、目地切れ有り。	摩耗深さの平均値が30mm以上、又は底版の部材厚が建設時設計厚の80%未満である。若しくは、摩耗の進行等により欠損、クラックが発生している。	洗堀の進行による空洞化や支持力の低下により、側壁や底版に不等沈下や陥没等が発生している。	側壁背面まで達しているひび割れが水平方向、又は斜め方向に発生している。
特記	現地調査、若しくは維持管理上から評価の対象にする必要があると判断した場合は、理由を明記し、ランクに反映させることができる。			

注4：底版の部材厚さは計画断面の底版厚さ15cmを基準としている。



ア. 目地の状況（止水板及び目地離れの有無）

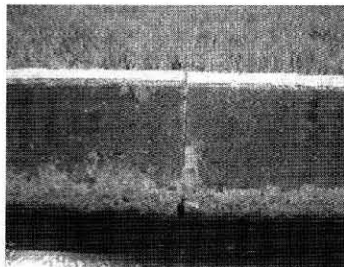


写真-1 側壁の目地離れ



写真-2 底版の漏水状況



写真-3 側壁部（欠損特記参考）

イ. 底版の摩耗（無筋コンクリートの最大許容流速に対する部材厚さの確保有無）

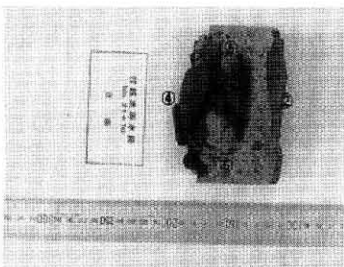


写真-4 底版厚さの不足



写真-5 土砂・転石堆積状況  
（摩耗特記参考）

ウ. 基礎地盤（側壁・底版の不等沈下又は陥没の有無）



写真-6 底版基礎の空洞化



写真-7 側壁の変形  
（構造特記参考）

エ. 側壁のひび割れ（側壁背面まで達している有無）



写真-8 側壁のひび割れ



写真-9 ひび割れ部の漏水状況

(4) 施工優先度の判定基準

機能診断評価基準における評価項目及び評価ランク別による基準点数を表-4のとおり定めた。

また、開水路の補修等の優先順位を判定するに

当たっては、該当する基準点数を加算し合計点を出したうえで施工優先度を判定することとし、表-5のとおり施工優先度の判定基準を作成した。

表-4 機能診断評価の基準点数

ランク	目地の状況	摩耗（底版）	基礎地盤	ひび割れ（側壁）
I	0.00	0.00	0.00	0.00
II	1.00	0.75	0.50	0.75
III	3.25	1.25	1.00	3.25

（基準点数に係る補足説明）

- ①ランクⅠ：全ての評価項目について緊急性が低いため（0.00点）とした。
- ②ランクⅡ：評価項目の基礎地盤を基準（0.50点）とし、優先度で重み（0.25点）を次のように加点した。
  - 基礎地盤 0.50点
  - 摩耗、ひび割れ  $0.50 + 0.25 = 0.75$ 点
  - 目地の状況  $0.50 + 0.25 + 0.25 = 1.00$ 点
- ③ランクⅢ：評価項目の基礎地盤を基準（1.00点）とし、ランクⅡと同様の方法で加点した。但し、評価項目の目地の状況とひび割れについては、水利機能と構造物の安全性が確保されない状態であるため、1項目でも該当すれば補修することが必要であることから、ランクⅡの合計点（3.00点）を基準点として加点した。

※評価項目の優先度については、「基礎地盤」は間接的要因であるため最下位の3位とし、「摩耗」「ひび割れ（例外有）」は構造的なものであるため2位、「目地の状況」は水利機能に係る項目であるため、1位、と設定した。

表-5 施工優先度の判定基準

施工優先度	総合評価	範囲
A	早急に補修等が必要であり、優先的に実施する。	3.25 以上
B	Aに次ぐ優先順位で補修等を実施する。	1.25 以上～3.25 未満
C	優先順位は低いが、局所的な補修等を必要としており、事業実施中の経年的観察を実施して補修等を検討する。	1.25 未満

（範囲の点数設定に係る補足説明）

A：ランクⅡの4項目合計点 + 0.25点以上

B：ランクⅡの2項目相当の合計点以上

(5) 補修等工法の選定

補修等工法の選定に当たっては、開水路の変状に係る発生要因の推定（表-1）に対する対策を考慮した変状毎の工法を策定した上で、総合的な

補修等工法を図-4の補修等工法選定フローチャートを定め、これに基づいて最終的な工法を選定し、決定している。

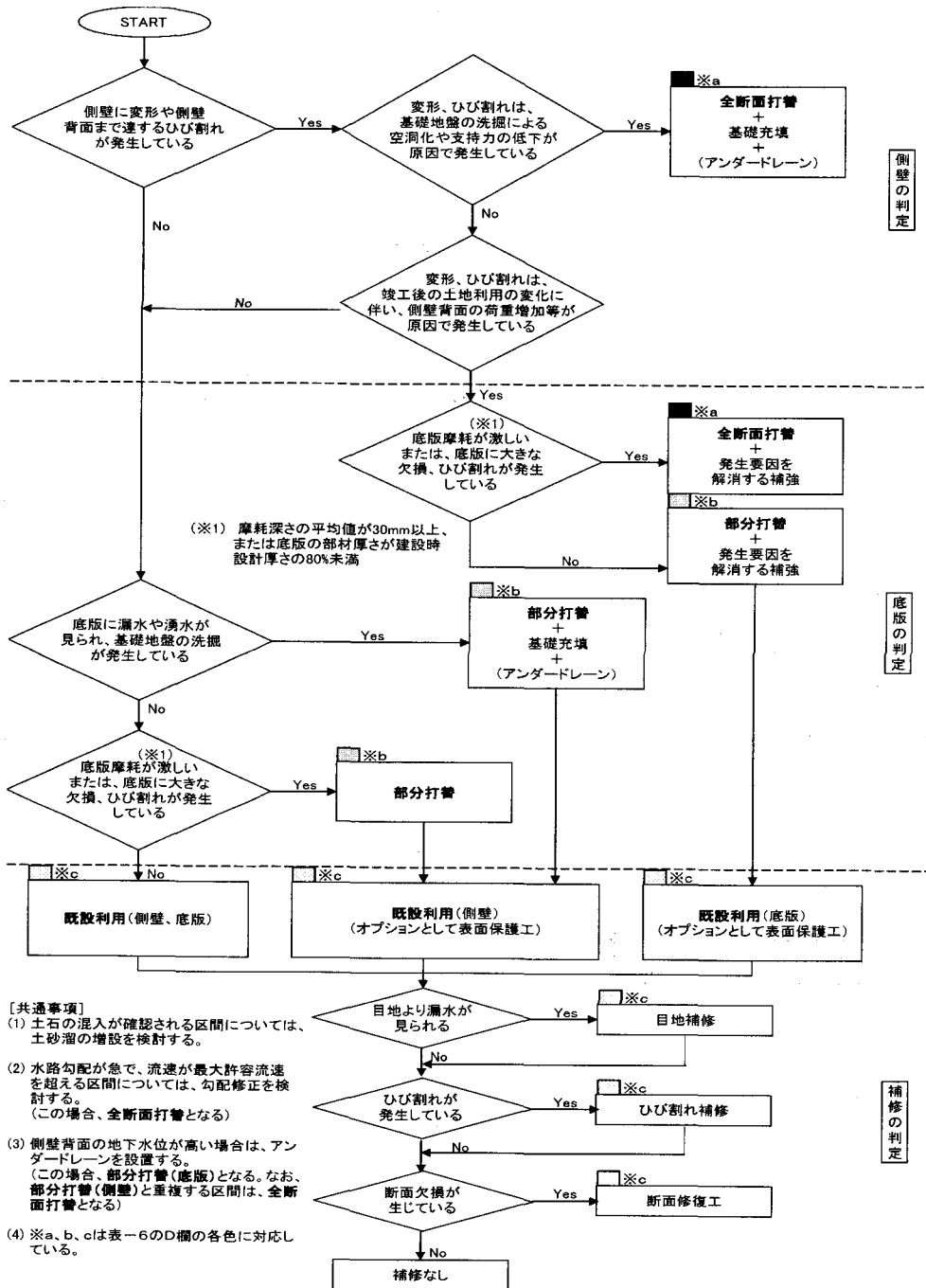


図-4 補修等工法選定フローチャート

#### 4. 本地区における機能診断調査事例とその結果

本地区において、以上の機能診断の基本的な考え方に即して行った調査内容とその結果を表-6

の施設別調査等集計表に整理したものを示す。

①現地において調査した項目及び結果(変状状況)について、表-6施設別調査等集計表のA欄に凡例に基づいて記入。



表-6 施設別調査等集計表 (記載例：丸亀幹線水路)

区分	測点	NO.27										NO.28										NO.29										NO.30										
A	底版	摩耗	[摩耗記号]																																							
		欠損	[欠損記号]																																							
		側壁の分離	[側壁分離記号]																																							
		湧水・漏水	[湧水・漏水記号]																																							
		スパン間段差	[スパン間段差記号]																																							
	側壁	欠損	[欠損記号]																																							
		目地	[目地記号]																																							
		ひび割れ (横断、幅1mm以上)	[ひび割れ記号]																																							
		ひび割れ (水平・斜)	[ひび割れ記号]																																							
		転倒・沈下	[転倒・沈下記号]																																							
		圧縮強度試験 (N/mm <sup>2</sup> )	[試験結果]																																							
		漏水調査	+90で調査																																							
		部材厚 (mm) (供試体厚/設計厚)	+90で調査 底100/150 (67%)																																							
	B	評価基準	目地の状況	[目地状況]																																						
摩耗 (底版)			[摩耗 (底版)]																																							
基礎地盤			[基礎地盤]																																							
ひび割れ (側壁)			[ひび割れ (側壁)]																																							
C	評価点	[評価点]																																								
	施工優先度の判定	[施工優先度の判定]																																								
D	変状に対する補修等工法	[補修等工法]																																								

※本表次頁へ続く

- 凡例
- 「摩耗」: [記号] : 摩耗深15mm未満, [記号] : 摩耗深15mm以上30mm未満, [記号] : 摩耗深30mm以上
  - 「目地」: [記号] : 止水板有り、目地切れ無し, [記号] : 止水板有り、目地切れ有り若しくは、止水板無し、目地切れ無し, [記号] : 止水板無し、目地切れ有り
  - 印: 現地で確認された変状 (例: NO27の側壁にひび割れが2ヶ所有り) ▲印: 現地で確認した変状より推定される他の変状 (例: NO29付近の側壁が転倒・沈下→底版部の湧水・漏水を推定)
  - ★印: 変位量25mm以上の段差、及び転倒・沈下 ■印: 変位量25mm未満の段差、及び転倒・沈下
  - 「評価基準」: [記号] : ランクⅢ (高), [記号] : ランクⅡ (中), [記号] : ランクⅠ (低)
  - 「施工優先度の判定」: [記号] : 施工優先度A (早), [記号] : 施工優先度B (中), [記号] : 施工優先度C (遅)
  - 「変状に対する補修等工法」: [記号] : 全断面改修, ● : 側壁打替, [記号] : 底版打替, [記号] : 軽微補修 (目地補修、ひび割れ補修、断面修復)

②①で記入された調査結果 (変状状況) について、機能診断評価基準 (表-3) の評価項目及び評価ランクにより判定されるランク (Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ) を表-6施設別調査等集計表のB欄に凡例に基づいて記入。

③②で記入された判定ランクについて、機能診断評価の基準点数 (表-4) 及び施工優先度

の判定基準 (表-5) に基づき決定される評価点の合計及び施工優先度ランク (A・B・C) を表-6施設別調査等集計表のC欄に凡例に基づいて記入。

④①で記入された調査結果 (変状状況) について、補修等工法選定フローチャート (図-4) に基づき決定される対策工法等を表-6施設



上で、変状の進行有無・規模等を把握することが必要であり、普段からの継続的な調査が重要と考  
える。

謝辞：本業務を遂行するに当たり、平成15年度  
香川用土器川沿岸地区技術検討委員会に  
おいて、委員長京都大学大学院青山威康教  
授、委員香川大学工学部松島学教授、(独)  
農業工学研究所造鋼部長東勇室長及び香川  
県、関係市町、土地改良区等の委員から貴

重なご助言を頂いた。記して謝意を表しま  
す。

#### 参考文献

- 1) (社)日本コンクリート工学協会：コンクリ  
ート診断技術02〔基礎編〕2002.1.P5
- 2) 農林水産省農村振興局：土地改良事業計画  
書計画基準設計「水路工」基準書H13.2.P153
- 3) 農林水産省農村振興局：土地改良事業計画  
書計画基準設計「水路工」基準書H13.2.P665

## ゆとりある農村空間

# 株式会社 ジルコ

代表取締役社長 池田文雄

本 社：〒105-0004 東京都港区新橋5-34-4 農業土木会館4階 Tel (03)3434-3831 (代表)  
分 室：〒105-0004 東京都港区新橋5-35-10 新橋アネックス2階 Tel (03)5404-0745 (代表)  
東北支社：〒980-0804 仙台市青葉区大町1-3-2 仙台MIDビル8階 Tel (022)263-7595 (代表)  
九州支社：〒862-0954 熊本市神水1-3-1 ヨネザワ熊本県庁前ビル4階 Tel (096)213-2570 (代表)  
事 務 所：札幌・青森・茨城・千葉・金沢・岡山・長崎  
URL <http://www.jirco-net.co.jp/> E-mail [info@jirco-net.co.jp](mailto:info@jirco-net.co.jp)



## 鋼管路の調査・診断と更新・更生技術

久保田 昭彦\* 大井 才一\* 石川 満\*\*  
(Akihiko KUBOTA) (Saichi OHI) (Mitsuru ISHIKAWA)

功 刀 旭\*\*\* 町 田 秀\*\*\*\*  
(Akira KUNUGI) (Shu MACHIDA)

### 目 次

1. はじめに	25	5. 管路更新・更生の手法	34
2. 管路の機能とその障害	25	6. 管路更新工事の実施例	35
3. 管路の診断と評価	27	7. おわりに	36
4. 管路調査・診断の具体例	31		

### 1. はじめに

わが国において農業用水路に初めて水輸送用鋼管が使用されたのは意外に古く、1891年（明治24年）に建設された淡河川疎水の御坂サイホン管（兵庫県三木市：口径960mm，延長750m）であった。同サイホン管は、当時わが国で初めて創設された横浜市の近代水道で技術指導を行った英国陸軍将校H.S.パーマー氏の設計・監督によるものであり、建設後61年経過した1952年（昭和27年）と同100年経過した1991年（平成3年）にそれぞれ改修工事がなされて現在も東播台地を潤している。この間、約1世紀が過ぎているが、製鉄・製鋼技術、溶接技術、防食技術など、水輸送用鋼管を取り巻く技術は著しい進歩を遂げており、農業用排水分野のみならず、上工水など幅広い分野で鋼管が使用され、現在に至っている。

上記のように、パイプラインは建設後も極めて長期間、場合によっては半永久的に使用されるため、経年劣化の影響を免れることができない。それゆえ、適切な時期に適切な維持管理、すなわち施設健全度の診断・評価と、補修・更新・更生などの必要な対策を施すことで、一定水準の施設健全度を最小コストで維持することが肝要となる。

本報は、鋼管路の適切な維持管理業務に資することを目的とし、既設鋼管路の健全度を維持する

ために必要な調査方法、診断・評価方法の基本的な考え方について概説するとともに、具体的な更新・更生方法について紹介するものである。

なお、鋼管路の診断ならびに更新・更生計画策定手法については、「鋼管路の診断及び更新・更生計画策定マニュアル」<sup>1)</sup>が財団法人水道技術研究センターより刊行されており、本報では原則としてこの手法を農業用排水に適用した。

### 2. 管路の機能とその障害

#### 2. 1 管路に要求される機能

農業用パイプラインに求められる機能は、大別すると以下の2項目であると考えられる。

- (1)十分な水量と圧力の確保（輸送・分配機能）
- (2)上記(1)の付帯条件として、漏水の防止および漏水等の事故による管路周辺への悪影響防止（水資源の有効活用・社会的機能）

換言すれば、農業用パイプラインの維持管理の目的は、適正な水量・圧力を維持し、漏水等の事故を未然に防止することであると言える。特に、農業用水の主幹線は、一般に1,000mmを超える大口径であり、送水量も極めて大きいため、漏水事故等の場合、二次災害など周囲に与える影響が甚大であることから、後者については特に注意が必要である。

\*JFEエンジニアリング(株) 水エンジニアリング事業部 顧問 (Tel. 03-3217-3310) (Tel. 03-3217-2970)

\*\*新日本製鐵(株) 鉄構海洋・エネルギー事業部 専門部長 (Tel. 03-3275-6280)

\*\*\*住友金属工業(株) 水道エンジニアリング部 部長 (Tel. 03-4416-6513) \*\*\*\*日本水道鋼管協会 専務理事 (Tel. 03-3264-1855)

## 2.2 管路機能の変化

既設管路の機能は、建設当初と比較して次の3点において変化しているのが一般的である。

- (1) 管路機能の経年劣化
- (2) 環境条件の変化
- (3) 管路機能への要求水準の上昇

通常、新規に建設される管路は、要求水準（水量・圧力）に対して、ある程度の余裕をもって設計・建設されている。しかしながら、図-1に示ように、時間の経過とともに、経年変化により管路の機能は低下する一方、車両重量の増加等管路の埋設環境は厳しくなり、要求性能水準が上昇するため、管路機能に余裕が無くなり、放置すれば障害に至る場合もある。

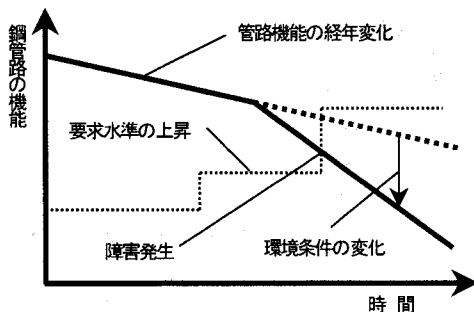


図-1 管路機能の経年変化

具体的に上記の変化要素を挙げれば、次のとおりである。

- (1) 管路機能の経年変化
  - ① 腐食（管厚減少、貫通孔の発生）
  - ② 錆こぶの発生と成長
- (2) 埋設環境の変化
  - ① 交通量・車両重量の増大
  - ② 迷走電流\*1の増加
  - ③ 下水道管の布設等他工事に伴う不等沈下、地盤緩み、盛土等
- (3) 要求水準の変化
  - ① 需要（水量・水圧）の増加
  - ② 耐震性能

\*1：直流電気鉄道や他管路の電気防食設備から地中に漏洩する直流電流。外面塗覆装の損傷部から流入出することで局所的な腐食（電食）発生の原因となる。

## 2.3 管路の劣化と障害

鋼管路には、種々の内的ならびに外的要因によって機能劣化が起り、結果として障害が発生

する。ここで言う内的要因とは、建設時における設計、材料、施工管理等の技術的な不備によるものを指すが、前述のとおり鋼管に関する技術は時代とともに著しい進歩を遂げているゆえ、人為的なミスだけでなく、建設当時の技術レベルとしては妥当であったものも含めて内的要因として考慮する必要がある。図-2には、鋼管路に発生する障害と劣化原因との関係を示す。

同図からわかるように、鋼管路の場合、「劣化」の主要因は「腐食」である。一般的に鋼管は、その内外面に塗装\*2もしくは塗覆装\*3を施しており、布設環境中に存在する水、酸素等の腐食因子から鋼材を保護し、さらに腐食電流を遮断することで防食を行っている。しかしながら中小口径管の場合で、現場溶接部内面が無塗装である場合には、腐食が進行するし、マクロセル腐食\*4の代表例であるコンクリート/土壌（C/S）マクロセル\*5の形成や迷走電流の流入出などのように、腐食加速因子が加わった場合には、非常に早い速度で、かつ局所的に腐食が進行する場合がある。ただし、後者については建設後比較的早い段階で障害が発生することが多い。

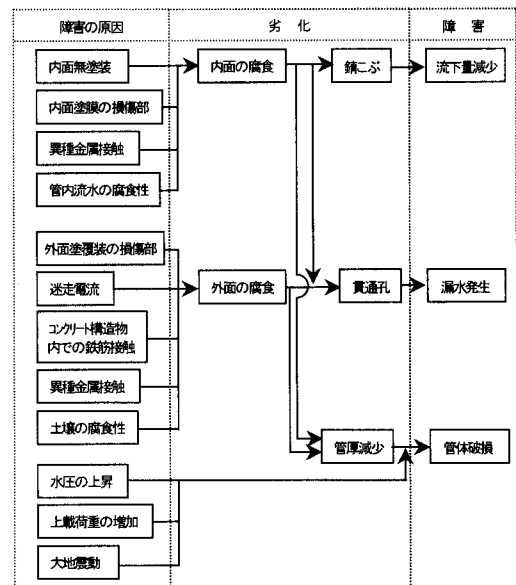


図-2 鋼管路が障害に至る流れの概念

\*2：流動性のある塗料を鋼面に塗布し、薄膜状態で固化させることで防食を行う方法。現在はターレポキシ樹脂塗料や水道用液状エポキシ樹脂塗料が主に使用されている。

\*3：アスファルト等を含浸させた覆装材（ビニロンクロス等）により鋼面を被覆する防食方法。

\*4：陰極と陽極が明確に分離して、巨視的な電池を形成した状態で起こる腐食の形態。局所的に著しい速度で腐食が進行する。

\*5：コンクリート構造物を貫通して地中埋設部に至る金属管で構造物中の鉄筋と管とが電氣的に導通しており、かつ地中埋設部配管の外表面防食材に損傷がある場合に形成されるマクロセル（巨大電池：図-6参照）。

### 3. 管路の診断と評価

#### 3.1 管路診断の意義

管水路の機能を維持あるいは向上させるためには、対症療法的な措置または予防保全的な措置のいずれかが採られる。前者は、管路の破損事故や不具合等の発生を待って補修や復旧を行う手法であり、予め「診断」を実施することはない。鋼管の場合、全断面が一挙に破損することはないが、一般に農業用パイプラインは大口径・大流量であるがゆえに、流出水による管路周辺への浸水に伴う深刻な二次災害の可能性が懸念される。したがって、重大事故につながる管路の機能障害を事前に防ぐことが重要であり、予防保全措置としての管路の調査・診断および更新・更生計画策定への積極的な取り組みが必要である。

#### 3.2 計画の策定手順

管路の機能を計画的に維持・向上させるためには、前述のとおり管路を診断することで、管路機能の低下状態を把握することが必要である。許容

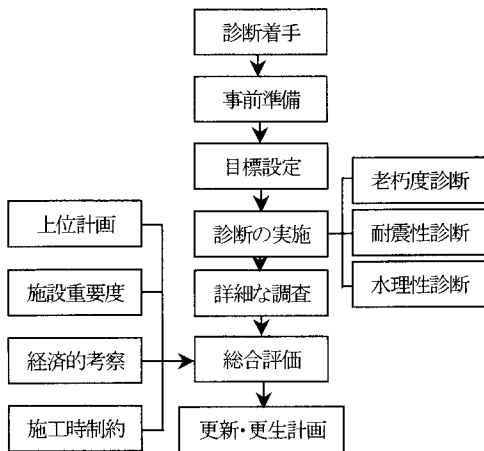


図-3 管路診断、更新・更生計画の策定手順

できる範囲を超えた機能低下をきたしている管路については、更新・更生等の措置による機能回復を図る必要があるが、財政面などの理由から、一時期に管路全体の機能向上を図ることは困難な場合が多い。したがって、管路調査・診断の結果から、更新・更生の対象となる管路の優先度を評価し、計画的に維持管理を進めることが重要である。以下に、診断から更新・更生に至る一般的な計画策定の手順を示す。

#### 3.3 鋼管路の診断・評価方法

鋼管路の診断では、①老朽化度、②耐震性能、③水理性能の3項目について詳細なデータ収集・評価を行うが、前述のように対象管路が有する予条件、例えば路線の重要度等は様々であり、これらの条件を考慮した上で診断対象管路を限定して評価を行う必要がある。対象鋼管路と必要な診断項目をまとめると表-1のとおりである。

表-2には、詳細な管路診断情報を示す。これらのうち、口径、管厚、塗装・塗覆装仕様など標準的な管路属性は、配管図面や竣工図書から得ることができる。また、これらの情報を記録しておくこと、事故発生時における標準診断に活用することができる。

##### 3.3.1 老朽化診断の手法

鋼管路の老朽化には、鋼管路のほとんどが健全であるにも関わらず、管路の一部が局所的な腐食によって減肉するような劣化と、ほぼ全面的な腐食により、減肉し、構造的にも著しく健全度が低下するような劣化の二種類がある。前者の例としては、①管外面からのC/S（コンクリート/土壌）マクロセル腐食\*6、②迷走電流による電食、③異種金属接触腐食\*7などがあり、これらは建設後10～15年程度の比較的新しい管に発生する場合

表-1 対象鋼管路と診断項目

対象鋼管路	診断項目
(1) 漏水事故歴のある管路またはそのおそれのある管路	老朽化度（全体・局所）診断
(2) 事故時の影響が甚大である管路	耐震性能診断
(3) 流下量減少等のある管路	水理性能診断
(4) 耐震性が要求される管路	耐震性能診断
(5) 事故時の影響が甚大である管路	耐震性能診断



表-2 管路診断情報

分類		内容
管	呼び径	
	管厚	
	接合方法	溶接/メカニカル/ネジ
	布設年度	
	工場内面塗装	布設時仕様(種類・膜厚)
	工場外面塗覆装	布設時仕様(種類・膜厚)
	現地塗装(内)	布設時仕様(種類・膜厚)
布設環境	現地塗覆装(外)	布設時仕様(種類・膜厚)
	使用水圧	
	埋戻土	砂/発生土/レキ/他
	埋設環境	海岸地域/埋立地域/泥炭地域
	他管路	電気防食状況
	直流電鉄の有無	1km 以内, 並行区間有無
	コンクリート構造物の有無	構造物の大きさ, 位置
	地形	埋立地, 沿岸低地, 扇状地, 山地等
	表層地質	段丘, 沖積層, 埋立地等
	地盤の硬軟	N 値, ボーリングデータ
障害	地盤	沖積地盤, 岩盤, 洪積地盤, 軟弱地盤等
	過去の漏水事故履歴	漏水年, 件数, 漏水原因, 構造物と漏水位置の関係, 塗装・塗覆装の劣化状況

がほとんどであるため、その後の発生は少なくなる。また、それらの腐食発生機構も解明され、腐食防止対策も10数年前から進められているため、新しい鋼管路においてはこのような劣化の例は少なくなっている。このような局所的な劣化については、漏水事故の発生によって顕在化する場合がほとんどであるため、これらの管路については、「局所的な老朽化度診断」を実施すべきである。一方、後者については経年による管路全体の劣化であり、前者に比較してより劣化度が高いことから、「全面的な老朽化度診断」を実施する必要がある。

(1)局所的な老朽化度診断

漏水事故が発生した管路について、その原因が前述の局所的な腐食によるものであると判断された場合に実施対象とする。まず、腐食原因を特定し、各腐食原因に応じて設定された評価点数により、老朽化度を判定して対策の要否を判断する。

各点数は、アンケート調査ならびに過去の腐食調査データ等を基にして多変量解析を行い、各診断項目の重みづけを行って設定している。

以下に、各腐食形態別の局所老朽化度診断表をそれぞれ示すが、各診断表から得られた点数を基に、次式にて老朽化度点数を計算し、局所的な老朽化度を診断する。

$$R_L = \frac{I_E}{I_T} \times 100 \dots\dots\dots(1)$$

ここに、

$R_L$  : 局所老朽化度点数

$I_E$  : 診断表によって求めた対象区間の合計点数 (不明な項目は除外)

$I_T$  : 診断表に割り付けられた最大点数の合計 (不明な項目は除外)

得られた老朽化度点数は、表-3により評価し、対策要否判断の基礎データとすることができる。

表-3 老朽化度点数と局所老朽化度の評価

腐食形態	局所老朽化度の評価		
	老朽化度 I (小)	老朽化度 II (中)	老朽化度 III (大)
異種金属	51 以下	52~65	66 以上
C/S 腐食	47 以下	48~60	61 以上
電食	45 以下	46~55	56 以上

表-4.1 異種金属腐食に対する診断表

診断項目		点数	最大点数
経過年数	10年未満	30	30
	10~20年	15	
	20年以上	0	
漏水回数	2回以上	50	50
	1回	25	
	なし	0	
内面塗装	なし	10	10
	あり	0	
	不明	-	
異種金属との絶縁	なし	10	10
	あり	0	
	不明	-	
合計点数			100

\*: コンクリート構造物を貫通して地中埋設部に至る金属管で構造物中の鉄筋と管とが電氣的に導通しており、かつ地中埋設部配管の外面防食材に損傷がある場合に発生するマクロセル腐食。現在は腐食のメカニズムが解明されており、適切な施工管理が行われれば新設の管路で発生することはない。

\*: 自然電位の異なる異種金属同士が接触し、電池が形成されて起こるマクロセル腐食。

表-4.2 C/Sマクロセル腐食に対する診断表

診断項目		点数	最大点数
経過年数	10年未満	25	25
	10~20年	13	
	20年以上	0	
漏水回数	2回以上	40	40
	1回	20	
RC構造物の大きさ	大	10	10
	中・小	5	
外面塗覆装	瀝青質系	5	5
	プラスチック	0	
	不明	—	
現地外面塗覆装	瀝青質系	5	5
	ジョイントコート	0	
	不明	—	
埋戻し材料*	発生土・礫	10	10
	砂	0	
	不明	—	
埋設環境	海岸・埋立地・沼地・泥炭地帯	5	5
	一般土壌	0	
合計点数			100

\*プラスチック被覆鋼管の場合は、埋め戻し材料項を「0」と評価。

表-4.3 電食に対する診断表

診断項目		点数	最大点数
経過年数	10年未満	25	25
	10~20年	15	
	20年以上	0	
漏水回数	2回以上	45	45
	1回	23	
外面塗覆装	瀝青質系	5	5
	プラスチック	0	
	不明	—	
現地外面塗覆装	瀝青質系	5	5
	ジョイントコート	0	
	不明	—	
埋戻し材料*	発生土・礫	15	15
	砂	0	
布設環境	海岸・埋立地・沼地・泥炭地帯	5	5
	一般土壌	0	
合計点数			100

\*プラスチック被覆鋼管の場合は、埋め戻し材料項を「0」と評価。

(2)全面的な老朽化度診断

前述のマクロセル腐食と異なり、ミクロセル腐食\*\*の進行により、管路の広い範囲にわたって減肉が発生している場合には、全面的な老朽化度診断が必要となる。全面的な老朽化度診断の場合についても、基本的には局所的な老朽化度診断の場合と同様に、多変量解析によって得られた診断表の点数に基づき、その老朽化度を判定する方法が採られる。ただし、全面的な老朽化度診断の場合、次式によって老朽化度の評価を行う。

$$R_T = \frac{I_E}{I_T} \times C \dots\dots\dots(2)$$

ここに、

$R_T$  : 全面的老朽化度数

$I_E$  : 診断表によって求めた対象区間の合計点数 (不明な項目は除外)

$I_T$  : 診断表に割り付けられた最大点数の合計 (不明な項目は除外)

$C$  : 経過年数毎の診断表最大点数 (下表)

表-5 経過年数毎の最大点数

経過年数	最大点数(C)
10年未満	76
10年以上20年未満	78
20年以上30年未満	85
30年以上40年未満	92
40年以上	100

なお、(2)式によって得られた老朽化度数から、表-6を用いて全面的な老朽化度の判定を行い、その老朽化度に応じた対策を検討することとなる。

表-6 全面的な老朽化度の評価

老朽化度数	老朽化度の評価
53点以上	老朽化度Ⅲ(大)
38~52点	老朽化度Ⅱ(中)
37点以下	老朽化度Ⅰ(小)

ただし、上記評価に関し、電気防食対策がなされており、管対地電位 - 850mV (飽和硫酸銅電極基準) の基準を満足している鋼管路については、対象外となる。

表-7に、全面的な老朽化度の診断表を示す。

表-7 全面的な老朽化度診断表

経過年数		10年未満		10年以上 20年未満		20年以上 30年未満		30年以上 40年未満		40年以上	
		点数	最大	点数	最大	点数	最大	点数	最大	点数	最大
全面腐食による漏水事故	3回以上	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
	2回	30		30		30		30			
	1回	15		15		15		15			
	なし	0		0		0		0			
内面腐食	工場内面 塗装	亜鉛めっき	4	5	6	8	8				
		アスファルト	2	3	4	6	6				
		コールドールエナメル	0	0	2	3	3				
		タールエポキシ	0	0	0	2	8				
		モルタルライニング	0	0	0	0	0				
		エポキシ樹脂	0	0	0	0	0				
		不明	—	—	—	—	—				
		不明	—	—	—	—	—				
	現場内面 塗装	なし	4	4	6	8	13				
		塗装あり	1	1	3	4	5				
		不明	—	—	—	—	—				
	外面腐食	工場外面 塗覆装	なし	4	4	6	7	8			
			亜鉛めっき	2	3	4	6	7			
			アスファルトジョイント巻	2	2	3	3	4			
アスファルト塗覆装			2	2	3	3	4				
コールドールエナメル 塗覆装			0	0	0	0	0				
ポリウレタン被覆			0	0	0	0	0				
ポリエチレン被覆			0	0	0	0	0				
不明			—	—	—	—	—				
現場外面 塗装		なしまたは不明	3	4	6	8	10				
		アスファルトジョイント巻	2	3	3	4	5				
		瀝青質系塗装 <sup>*)</sup>	2	3	3	4	5				
		ジョイントコート	0	0	0	0	0				
		不明	—	—	—	—	—				
埋め戻し 材料 <sup>*)</sup>		発生土/碎石	8	8	8	8	8				
		砂	0	0	0	0	0				
		その他	4	4	4	4	4				
埋設環境		海岸/埋立地/ 沼地/泥炭地域	8	8	8	8	8				
		一般土壌	0	0	0	0	0				
	その他	4	4	4	4	4					
	不明	—	—	—	—	—					
合計点数			76		78		85		92		100

\*1) 瀝青質系塗装とは、アスファルト、コールドール系の塗覆装を指す。  
 \*2) プラスチック被覆の場合は、埋め戻し材料に関わらず「0」と評価する。

\*: 金属表面において、均等かつ微細に陰極と陽極とが存在する場合に起こる腐食。局部的に腐食が進行するのではなく、全面的かつ一様な腐食となるため、実用上あまり問題を生じない。

### 3. 3. 2 耐震性能診断の手法

埋設鋼管路の耐震性能診断手法は、大別すると「標準診断」と「詳細診断」とに分類される。被診断区間毎に、簡便な「標準診断」を実施し、必要に応じて「詳細診断」を実施することで、効率的な診断が実施できる。詳細診断の手法については、例えばWSP029「埋設鋼管路の耐震設計基準」<sup>2)</sup>等

にしたがって、新設時の設計と同様な照査となるので、ここでは割愛し、標準診断手法についてのみ述べる。

標準診断は、次式により得られる結果から、耐震性の度合いを表-8にしたがって評価するものである。なお、各重み係数は、表-8に示すとおりである。

$$R_s = R_1 \cdot R_2 \cdot R_3 \cdot R_4 \cdot R_5 \cdot R_6 \dots \dots \dots (3)$$

ここに、

$R_s$  : 埋設鋼管の耐震性指標

$R_i$  ( $i=1,6$ ) : 表-8に示す重み係数

表一八 耐震性評価基準と重み係数

項目	区分	重み係数
地盤 <sup>*1)</sup> (R <sub>1</sub> )	I種地盤	0.5
	II種地盤	1.4
	III種地盤	1.2
液状化 <sup>*2)</sup> (R <sub>2</sub> )	なし	1.0
	おそれあり	2.0
	あり	3.0
接合方法 (R <sub>3</sub> )	溶接接合	0.5
	S39年以前の裏波溶接	1.5
	ネジ継手	4.0
口径 (R <sub>4</sub> )	150 mm 以下	1.5
	200～700 mm	1.2
	800 mm 以上	1.0
事故頻度 (R <sub>5</sub> )	「なし」または「ごくまれ」	1.0
	「まれ」又は「ときどき」 <sup>*3)</sup>	1.0～5.0
	多発	5.0 以上
震度階 <sup>*4)</sup> (R <sub>6</sub> )	V	1.0
	VI	2.2
	VII	3.6
評価	低い	30点超
	中	13～30点
	高い	13点未満

\*1)：固有周期による地盤の分類で、第I種地盤は岩盤・硬質砂礫層など主として第三紀以前の地盤を、III種地盤は腐植土・泥土など主として沖積層から構成される地盤を指す。第II種地盤はそのいずれにも属さない地盤である。

\*2)：飽和土層の深さ、平均粒径、細粒分含有率等から計算される液状化抵抗係数により判定する。

\*3)：事故の発生状況に応じて1.0～5.0の間で適宜決める。目安として、「まれに」=1.7、「ときどき」=2.5、「かなり」=3.3など。

\*4)：地域により発生が想定される大地震について設定する。震度階は自治体が公開しているハザードマップ等から判断する。

### 3. 3. 3 水理性能診断の手法

鋼管路の水理性能は、老朽化度との間に密接な関係があり、診断手法については、水理計測による診断法と管内調査による診断法とに分類される。前者は、被対象区間の空気弁等を利用して、水理性能を測定し、管路の老朽化度も含めて評価を行う方法であり、後者は直接管内を目視あるいは管内カメラ等により調査し、錆こぶ等による管内の閉塞状態を評価する方法である。

前者については、既設空気弁位置等の制約を受

けるが、落水の必要がなく、直接的に水理性能を評価することができる。一方、後者の方法では、落水ならびに管内からの排水が必要なため、調査時期や施設位置などの制約があるが、前述の老朽化診断と併せた調査が可能である。

一般に、水理性能の評価は、ヘーゼン・ウイリアムス式における流速係数(C値)により行う。曲管部や異形管部などを除く直線部のみの場合、C=130が標準とされている<sup>3)</sup>。

## 4. 管路調査・診断の具体例

以上のように、鋼管路の診断の種類としては老朽化度、耐震性能、水理性能がそれぞれあるが、本報では特に老朽化度詳細調査の具体的方法ならびに水理性能の診断例について記す。

### 4. 1 管路老朽化度詳細調査

#### (1)管内面からの調査

非かんがい期に落水が可能な路線で、かつマンエントリーサイズ(人間が中に入ることのできる口径700mm以上)の埋設管の場合、人孔等を利用して管内から調査を行うことができる。管内調査の主な目的は、内面塗装の劣化状況ならびに腐食の発生状況を把握することにあるが、マンエントリーによる調査では、これらのほかに構造的な評価を行うための測定が同時に実施できる利点がある。

鋼管路の内面調査項目としては、次が挙げられる。ただし、小口径管の場合には、管内カメラによる目視調査に限定される。

#### ①目視調査

- 腐食部の状況確認
- 塗膜のふくれ等劣化状況把握
- その他の異常調査

#### ②内面塗装・腐食状況調査

- 写真撮影
- 腐食面積の測定
- デブスゲージによる腐食深さの測定
- 超音波厚み計による管壁厚測定
- 植打ち検査(JISG3492)による塗膜健全度調査
- 電磁微厚計による残存塗膜厚の調査

#### ③変形調査

- デジタルスケールによる管内径(たわみ量)測定

### b) 伸縮管の変位量測定

上記調査により得られる塗膜の劣化状況・腐食の進行状況などのデータに基づき、対策を検討することになるが、前述のように、劣化が局所的に集中している場合には、至急その原因を究明し、対策を施すことが必要となる一方、平均的に老朽化が進行している場合には、計画的な対応を考慮することになる。また、同時に大きな管路の変形や著しい腐食減肉が確認された場合については、構造計算を実施して、構造的な健全度評価を行い、必要に応じて対策が採られる。

### (2) 管外面からの調査

管外面の調査では、外面塗覆装の健全度ならびに外面からの腐食状況を把握することが主目的となる。しかしながら埋設管を開削して調査することは、一般的に非常に困難であると言える。

そこで現在では、地上から埋設鋼管の外面塗覆装損傷状況を測定する装置が開発されており、約2km/h程度の速度で連続計測が可能となっている。「自走型塗覆装損傷探査システム」の原理を図-4に示すが、これは調査対象区間のターミナルから予め定められた波形の電気信号を鋼管本体に送り、塗覆装の損傷箇所から漏洩した電流を測定することで、これらの相関波形から塗覆装の損傷位置を判定するものである。なお、センサーは車輪型であるため、計測装置を積載した状態で連続的な計測が可能であり、GPS (Global Positioning System) により、検知と同時に絶対位置を得ることができるという特徴を有する。調査対象管路の塗覆装種類や土質などの埋設環境については特に制約がないが、土被りが3.0m以下であることならびに車輪型センサーが常に接地できる環境であることが必要である。また、計測により検知できるのは、塗覆装の貫通傷の面積ならびにその位置のみである。

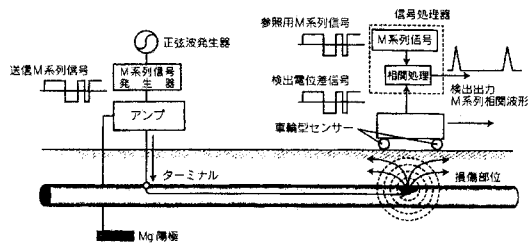


図-4 自走型塗覆装損傷探査システムの原理

図-5は、測定データの一例を示したものであるが、図中の曲線の交差部が塗覆装損傷部を示している。一般に、外面塗覆装の損傷は局所的に発生する 경우가殆どであり、孔食や電食の発生起点となる可能性がある。そこで、損傷位置ならびに大きさと周囲土壌の腐食性（土壌比抵抗率、土壌pH等）から総合的な診断を行って補修等の対策を採るべきである。

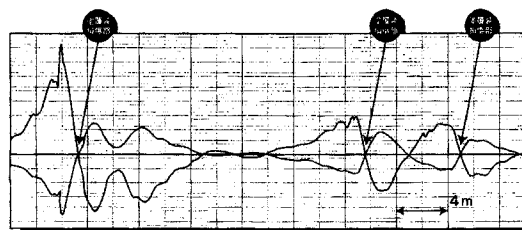


図-5 塗覆装損傷探査データの一例

### (3) コンクリート／土壌 (C/S) マクロセル腐食調査

埋設鋼管の腐食事例のうち、約6割はコンクリート／土壌マクロセル腐食（以下、C/Sマクロセル腐食と称す）が原因であると言われている。<sup>4)</sup>

C/Sマクロセル腐食は、コンクリート構造物を貫通して配管される埋設管に固有の腐食形態であり、以下の2つの条件、すなわち①コンクリート構造物中の鉄筋と鋼管との接触（メタルタッチ）ならびに②構造物近傍の埋設管外面塗覆装部の損傷が同時に満たされた場合に、コンクリート中の管と土壌中の管との間に電位差が生じ、巨大電池（マクロセル）回路が形成されるため、埋設部の外面塗覆装損傷部において局所的な著しい腐食が生じる現象である。図-6には、C/Sマクロセル腐食の発生原理を示す。

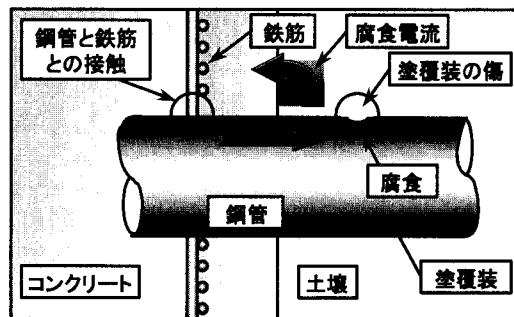


図-6 C/Sマクロセル腐食の発生原理



なお、現在は、同腐食のメカニズムが解明されており、設計・施工を通じてマクロセル防止対策が採られているほか、外面防食材料についてもWSPA-101<sup>5)</sup>の制定に伴い、防食性能に優れ、傷の付きにくいプラスチック被覆が全面採用されていることから、C/Sマクロセル腐食が発生するおそれはない。

C/Sマクロセル腐食の特徴としては、①コンクリート構造物から10m程度以内の埋設部で発生、②すり鉢状の腐食形態、③著しい腐食速度で局所的に発生などがあり、通常は布設後数年で腐食貫通による漏水発生により顕在化するが、発生可能性についての調査方法としては、次のような方法がある。

#### ①土壤腐食性の調査

布設位置における土壤をサンプリングして行う土壤pH値等の腐食性判定（DIN50929part3, AN-SIA21-5）のほか、大地抵抗率計による土壤比抵抗率（土壤の電気伝導性）測定などがある。これらの結果から、管と鉄筋とのメタルタッチがあった場合のマクロセル発生可能性を判断できる。

#### ②管対地電位の測定

管体と配管直上の土壤との間の電位差を測定する方法であり、迷走電流による電食の調査としても併用できる。コンクリート構造物近傍における電位が-400mV以下であれば、C/Sマクロセル腐食の可能性は無いと判断できる。

#### ③鉄筋と管との抵抗値・電位差測定

コンクリート構造物中の鉄筋と埋設管との間の抵抗値ならびに電位差を測定する方法である。抵抗値が500Ω以上あれば、C/Sマクロセル腐食のおそれは無いと判断できるが、抵抗値が500Ω未満でかつ電位差が200mV未満の場合には注意を要する。これらの判断基準をまとめると次表のとおりである。

表-9 C/Sマクロセル腐食の評価基準

鉄筋と鋼管の抵抗値／電位差		抵抗値	
		500Ω以上	500Ω未満
電位差	200mV以上	可能性無し	可能性無し
	200mV未満	可能性無し	可能性あり (詳細調査が必要)

C/Sマクロセル腐食の調査方法としては、上記の他に埋設配管の外面塗覆装損傷箇所や他埋設物との接触箇所を探索するための地表面電位勾配測定ならびに仮通電試験などの方法があるが、ここでは割愛する。

C/Sマクロセル腐食が発生した場合、通常の腐食の場合と異なり、管を補修しただけでは根本的な解決とはならず、同様な腐食貫通漏水を繰り返す可能性が高い。抜本的な対策としては、コンクリート構造物中の配管と鉄筋との導通（メタルタッチ）を解消することが必要であるが、一般的には非常に困難であるため、この代替として局所的な電気防食による方法が採用される。これは、近接陽極法と呼ばれるもので、コンクリート構造物から10m程度の範囲に限定してマグネシウム等の流電陽極を設置する方法である。図-7には、近接陽極法の例（適用範囲10mの場合）を示す。なお、図中の数値は距離（単位m）を表す。

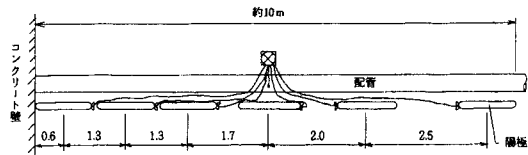


図-7 近接陽極法の実施例

## 4.2 水理性能の調査・診断

水理性能の調査・診断方法としては、既設管路を用いた水理計測を実際に行うのが一般的である。以下に、水理計測の実施例を記す。

今回、診断を実施した施設は、近畿農政局日野川農業水利事業により建設された供用開始後約20年を経過した第1号送水管路（管網系）であり、その概要ならびに計測方法は表-10.1ならびに図-8にそれぞれ示すとおりである。

表-10.1 水理性能診断区間

外径 (mm)	1,524
管厚 (mm)	12.7
計測区間距離 (m)	554.80
内面塗装	タールエポキシ樹脂塗装 0.5mm厚以上
流量 (m <sup>3</sup> /s)	1.93 (計測時平均)
計測日	2003. 8. 6.
流送方式	ポンプ圧送式

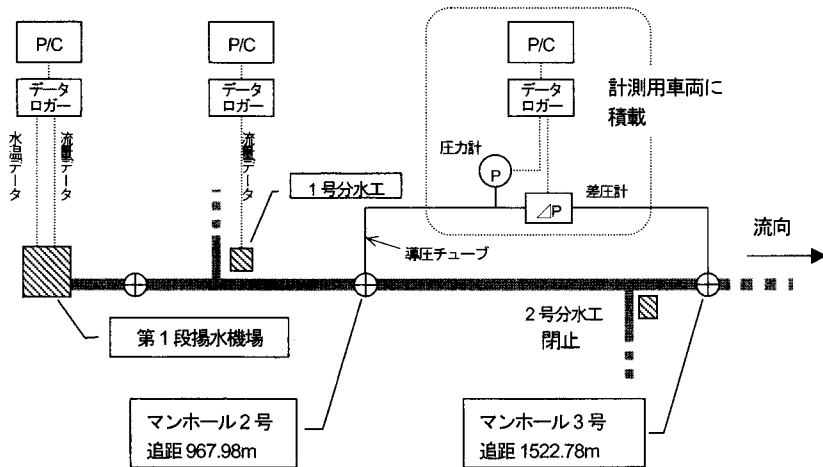


図-8 水理計測システム概要

上記計測システムにより、比較的流量の安定した時間帯において、約10分間各マンホールに設置した圧力タップを介した差圧、揚水機場内および分土工の既設電磁流量計から得られる流量ならびに流水の動粘性係数推算用の水温をそれぞれ測定し、平均値を求めた。

今回の計測結果より、マンホール2号とマンホール3号との間554.8mについて流速係数（C値）を求めたところ、次表の結果を得た。

表-10.2 水理計測結果

管内平均流速	1.092 m/s
損失水頭	299 mmAq
レイノルズ数	$1.95 \times 10^6$
流速係数	139
管摩擦係数	0.01335

この結果より、同診断区間については、供用開始後約20年を経過しても、十分な水理性能が維持されていることが確認された。

## 5. 管路更新・更生の手法

上記の診断結果を総合して、被診断管路の機能劣化度を評価した上で、当該管路の重要度、財政計画、施工面での制約等を考慮して、最終的な判断、すなわち更新・更生等の処置実施の判断がなされる。

鋼管路の機能維持・向上または延命化のための対策としては、①更新工事、②更生工事、③電気防食工事、④補修工事が挙げられるが、本報では、更新ならびに更生工法について述べる。

### 5. 1 更新・更生工法の定義と特徴

鋼管路に関する更新工法と更生工法は、それぞれ次のように定義されている。

#### (1) 更新工法

新しく管を取り替えて管路のすべての機能（構造上の機能、水理性能上の機能）を更新する工法である。

#### (2) 更生工法

既設管の構造上の機能を活用して、補強工法により、他の劣化した機能の改善を図る工法である。上記の定義より、それぞれの工法に関する効果と適用条件をまとめると、次表のようになる。

表-11 更新・更生工法の効果と適用条件

更新工法	効果	新管布設による長期的な管路機能維持／附属設備付加による機能向上
	適用条件	将来的な維持が重要な管路 附属設備の付加が必要な管路 耐震性向上が必要な管路
更生工法	効果	短工期で暫定的な機能回復／更新工事に比較して安価で実施可能
	適用条件	ライフサイクルコストを考慮して更新に比べ経済的に有利になる場合 緊急的・暫定的対処が必要な管路

### 5. 2 更新工法の概要

鋼管による更新工法としては、開削により通常の新設管と同様に布設替える工法（開削工法）が最も容易かつ経済的であるが、布設後数十年が経過した管路では、布設地域の周囲環境が激変することが多く、開削を行うことができない場合が

ある。このような場合には、既設管路の布設スペースを活用した「非開削工法」が採用される。同工法には種々のものが開発されているが、ここでは最も実績の多いPIP（パイプ・イン・パイプ）工法について紹介する。

PIP工法は、既設管内に新管を挿入し、間隙にモルタルを注入する老朽管更新工法である。普通鋼管の場合で既設管径から約100mm減、巻き込み鋼管の場合で約50mm減の新管が布設可能である。「巻き込み鋼管」とは、次図のように鋼管の縦シームを事前に溶接せず、鋼板を巻き込み、縮径した状態で既設管内に搬入し、現地で拡管・溶接・内面塗装を行うもので、立坑間隔が長くとれるほか、不陸や曲がりに対応し易いという特長がある。PIPの適用口径は、既設管径でφ800～φ5,000mmである。

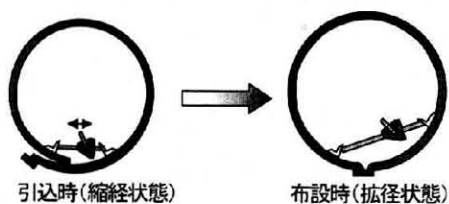


図-9 巻き込み鋼管

## 6. 管路更新工事の実施例

農業用パイプラインにおける管路更新工事の具体的な実施例について紹介する。

### (1) 工事名称

平成15年度大和紀伊平野農業水利事業（1期）大和平野国営幹線水路等（桜井サイホン）改修工事

### (2) 工事場所

奈良県桜井市金屋地内他

### (3) 工期

平成15年10月1日～平成16年3月25日

### (4) 発注者

近畿農政局

### (5) 工事概要

本工事は、十津川・紀ノ川農業水利事業により昭和34年に布設されたφ1,200mmのヒューム管を用いたサイホン管について、漏水対策ならびに構造的な強度回復を目的として、φ1,160mmの鋼管によるPIP工事を行うものである。既設管路に対

する流水断面積の減少を極力抑える意味もあり、工区全長1,167mのうち、巻き込み鋼管による更新区間が1,150mと全体の98.5%を占めている。

写真-1～写真-3には、同PIP工事における巻き込み鋼管の施工状況を示す。



写真-1 巻き込み鋼管の引込み作業状況

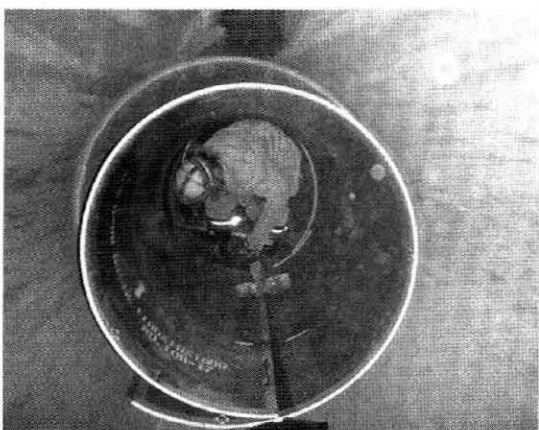


写真-2 巻き込み鋼管の拡径作業状況



写真-3 巻き込み鋼管の溶接作業状況

## 7. おわりに

以上、農業用パイプラインとして使用されている既設鋼管路の診断方法ならびに更新・更生技術について述べた。土地改良事業における用排水施設は、営農上極めて重要なものであり、その機能維持は、継続的に図られていくべきであると考えられる。本報文が、経済的かつ合理的な施設機能維持・向上活動に役立てば幸甚である。

### 【謝辞】

本報文の執筆にあたり、鋼管路の診断手法に関しては、財団法人水道技術研究センター「鋼管路の診断及び更新・更生計画策定マニュアル」の考え方を準用した。同マニュアルの作成に携わった財団法人日本環境衛生センター理事長・小林康彦先生をはじめ、委員の皆様に対し、深く感謝申し上げたい。

また、現地調査の実施、資料の提供にご協力を

いただいた近畿農政局淀川水系土地改良調査管理事務所、大和紀伊平野農業水利事務所および日野川流域土地改良区に対して深く感謝申し上げます。

### 【参考資料】

- 1) 財団法人水道技術研究センター「技術レポートNo.46鋼管路の診断及び更新・更生計画策定マニュアル」, 2003
- 2) 日本水道鋼管協会「WSP029-98埋設鋼管路の耐震設計基準」, 1998
- 3) 農林水産省構造改善局「土地改良事業計画設計基準設計「パイプライン」基準書技術書」, 1998
- 4) 日本水道鋼管協会「WSP045-90マクロセル腐食防食指針」, 1990
- 5) 日本水道鋼管協会「WSPA-101-2000農業用プラスチック被覆鋼管」, 2000

# 既存の農業用パイプラインの信頼性解析事例

金平修祐\* 田中良和\*\* 樽屋啓之\*\* 中 達雄\*\*  
(Shusuke KANEHIRA) (Yoshikazu TANAKA) (Hiroyuki TARUYA) (Tatsuo NAKA)

## 目 次

1. 信頼性解析の概要	37	4. 信頼性の解析	39
2. 地区の概要	37	5. パイプラインの信頼性向上のための方策	42
3. 信頼性低下の現状とその要因	38		

### 1. 信頼性解析の概要

近年、国際的な規格において、性能を基準とした設計仕様が優先されている。そのため、水利施設の更新においても、機能や性能に重点をおいた性能設計の導入が求められている。

性能設計を具体的に考える場合、その固有の本来性能の他に、信頼性・安全性と経済性が要求される<sup>1)</sup>。

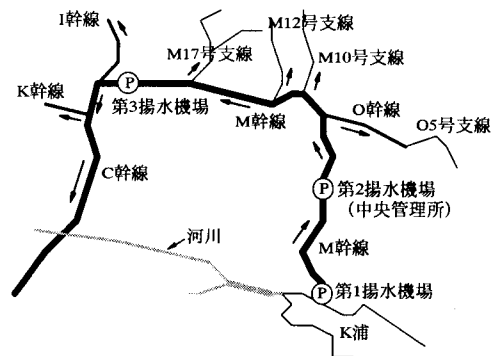
そこで本報文では、農業用パイプラインの信頼性の確保に注目し、地域に広域に分布する大規模な供用中のシステムを事例として取り上げ、信頼性解析を試みた。

事例地区の過去の管路漏水事故を対象とし、その関連要因を水撃圧に限定して検討した。手法としては(独)農業工学研究所研修用「水撃圧解析ソフト」を用いて、モデル化、シミュレーションを実施し、信頼性の低下の主要因である漏水(故障)をなくする方策として、既設バルブの操作方法やサージタンクの追加を検討した。

### 2. 地区の概要

#### 1. 地区事業内容

対象地区は、国営総合かんがい排水事業で造成されたパイプライン地区であり、1989年に事業を完了し、1990年より本格的な供用が成されている。



図一 解析地区パイプライン路線平面図

I県のK浦の北部に位置する洪積台地上の畑地帯3,229haと、その間に介在する谷津田地帯4,176ha、計7,405haの用水補給の基幹となるかんがい施設である。

また、当事業の基幹施設は、K浦取水樋門から第1揚水機場間の導水路、第1揚水機場から第3揚水機場間のM幹線水路、その地点から末端までのC幹線水路、及びこれから分岐するO幹線水路、I幹線水路、K幹線水路並びに各幹線水路より分岐する支線水路からなる(図-1)。M幹線水路及びC幹線水路は3段揚水方式を採用し、各機場にはサージタンクまたは吐水槽があり、それ以降は自然流下方式である。各水路ユニット単位では、ポンプ圧送のクローズドパイプラインであり、管材は主にPC管である。

#### 2. 地区の水管理実態

施設を管理しているI土地改良区は、単独改良区であるが関連する改良区が20ヶ所程度存在し、11,500名の組合員がいる。

\*東北農政局相坂川左岸農業水利事業所 (Tel. 0176-22-5971)  
 \*\* (独)農業工学研究所水工部 水路工水理研究室研究員  
 (Tel. 029-383-7565)  
 \*\* (独)農業工学研究所水工部 水路工水理研究室室長  
 (Tel. 029-383-7565)  
 \*\* (独)農業工学研究所水工部 上席研究官  
 (Tel. 029-383-7513)



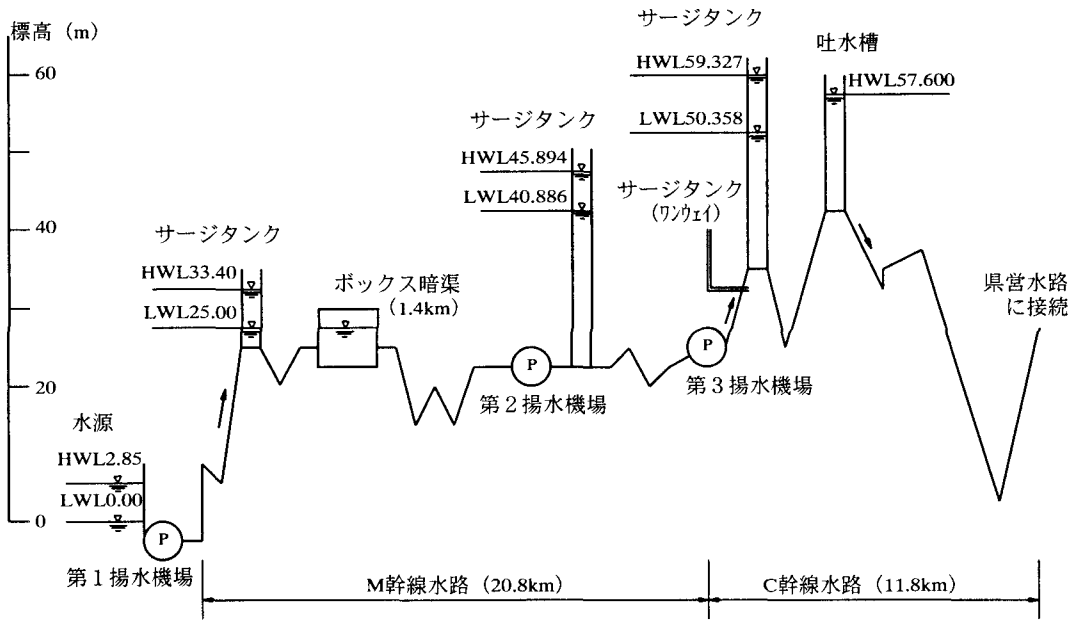


図-2 M幹線水路・C幹線水路縦断模式図

用水源としては、K浦より4月21日～6月30日が $6.7\text{m}^3/\text{s}$ 、7月1日～8月31日が $10.55\text{m}^3/\text{s}$ 、9月1日～10月31日が $2.17\text{m}^3/\text{s}$ 、11月1日～4月20日が $1.39\text{m}^3/\text{s}$ を取水しており、水田灌漑期間は4月21日～8月31日、畑地灌漑は通年であるが9月1日～4月20日は畑地単独灌漑期間である。

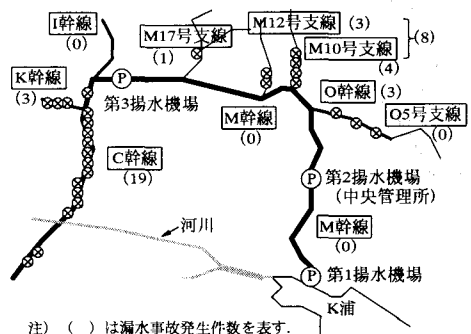
第2機場に中央管理所を設け、普段無人の第1、第3機場をTM/TCで遠隔操作している。土地改良区管理の幹線水路及び支線水路の末端分水工は、既設用水路（開水路）やため池への注水方式であり、この分水量管理をI土地改良区が行う中央管理による供給主導型水管理方式が実施されている。

末端分水バルブは、地元の必要量に応じて操作し、電話等で配水時期、時間について関連する土地改良区へ連絡を行う。最大取水期では朝4時頃から夜8時頃まで配水している。約250ヶ所程度あるバルブ操作の微調整に当っては、当初作成された操作管理マニュアルを参考に供用後3～4年掛けて試行したデータをもとに現在は行っている。

### 3. 信頼性低下の現状とその要因

#### 1. パイプライン漏水

1990年～2002年（13年間）の間におけるパイプラインの信頼性の低下の要因となる漏水事故発生件数は33件発生しており、発生分布は図-3のとおりである。



注) ( ) は漏水事故発生件数を表す。  
⊗ は漏水ヶ所を示す。  
なお、漏水ヶ所と件数の不一致は、同一漏水ヶ所で重複して漏水事故が起きたことによるものである。

図-3 漏水事故発生位置図

幹線及び支線水路別漏水件数を表-1に示す。

表-1 幹線及び支線水路別漏水件数

水路名	M支線	C幹線	O幹線	K幹線	計
件数	8	19	3	3	33

幹線水路においては、地形的に高低差が大きく水撃圧等による水圧変動が大きいC幹線水路で19件発生し、支線水路においては、M支線で8件発生し、その2路線に漏水が集中している。

表-2に幹線及び支線水路別漏水事故率を整理した。

表-2 幹線及び支線水路別漏水事故率

項目 名称	①件数	②延長 (km)	③発生頻度 (件/km・year) ①/②/13	④信頼度 1-③
M 幹線水路	0	19.3	0.000	1.000
O 幹線水路	3	4.4	0.052	0.948
C 幹線水路	19	11.8	0.124	0.876
I 幹線水路	0	3.0	0.000	1.000
K 幹線水路	3	2.1	0.110	0.890
M 支線水路	8	16.4	0.111	0.889
O 支線水路	0	6.0	0.000	1.000
合計	33	63.0	0.040	0.960

注) 水路延長は、公共用財産台帳による。  
注) 便宜的に漏水が起こらないことを1とし、起こる頻度を差し引いて求めたものを信頼度として整理した。

漏水事故発生頻度は0 (件/km・year) ~0.124 (件/km・year) で全体平均で0.04 (件/km・year) である。信頼度は、1~0.876で全体平均0.96となっている。その中でも、C幹線の漏水事故発生頻度が、0.124 (件/km・year)、信頼度も0.876に低下している。

なお、重大な漏水が発生すれば、パイプラインの制水弁が操作され、これより下流への送水が停止し、送配水の信頼性が当然低下することになる。

## 2. 漏水の発生時期

事業完了後の1991年より漏水事故が発生しているが、1999年の6件を除き最近3件/年~4件/年で推移している (図-4)。

13年間の月別漏水件数を図-5に整理した。

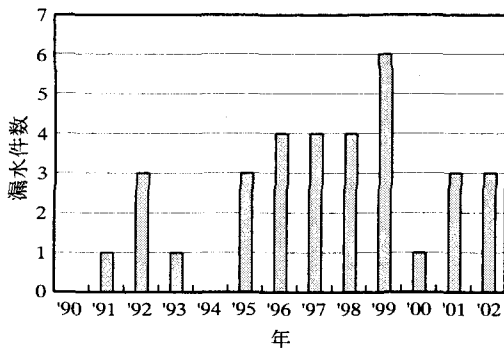


図-4 漏水件数の変化

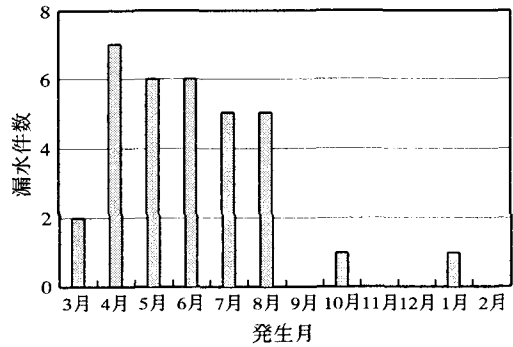


図-5 月別漏水件数 (13年間の合計)

水田灌漑時期の4月~8月に事故が集中している。冬期の畑地灌漑時期にも若干ではあるが事故も起きている。特に4月に7件と事故が多いが、3月の通水試験を経て本稼動間もない時期のため必要なバルブ操作等に伴い不具合が現れるものと思われる。

## 3. 管路損傷ヶ所及び補修方法

表-3 パイプライン損傷ヶ所及び補修方法

補修方法	内面バンド	外面バンド	コキング	コン巻立	交換	溶接	合計
件数 (件)	21	3	2	3	3	1	33

管体の交換 (FRPM→鋼管1件, FRPM→FRPM3m/本2件) 及び溶接1件の計4件を除いて管路継目漏水が29件で大半を占めている。中でも内面バンドでの補修が21件で全体補修の64%を占める (表-3)。

## 4. 信頼性の解析

### 1. 信頼性と故障

信頼性とは、システムなどが規定の条件下で規定の機能を遂行する確率により表される特性であり、その確率を信頼度と定義している。パイプラインの故障とは、圧力、流量がシステム内の一ヶ所及び複数ヶ所で指定された数値 (設計仕様) を下回ることで、性能に関する故障と構成要素の故障がある。

性能に関する故障とは、システムにおける用水需要が設計値を上回ることをいい、農家の要求に対して供給する配水ができないことである。一方、

構成要素の故障は、管、バルブ、ポンプの破損など施設故障により配水できない状態のことをいう。本解析では、管路の施設故障を対象とした。

信頼性は、故障（漏水事故）のない状態である。製造業における不良品（故障）のパターンは、図-6で示すバスタブカーブの変化を表すことが知られている<sup>2)</sup>。パイプラインシステムにこの考えを導入すると、初期故障期は、充水作業や試験通水時点で発生する漏水事故で、偶発故障期は、供用中の水撃圧などで突発性の要因で起きる漏水事故で、偶発故障期は、継目の劣化や管自体の寿命による漏水事故というようなイメージになると考えられる。このため、対象地区は漏水事故（故障）が3件～4件で推移していることから、現時点では偶発故障期であるものと思われる。なお、漏水事故データを継続して収集し、故障カーブの上昇傾向が見られた時は、信頼性の低下の要因を分析する必要がある。

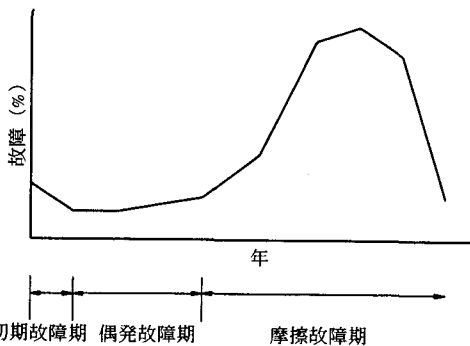


図-6 不良品（故障）の経年変化模式例

## 2. 対象地区の静水頭および水撃圧解析

M幹線の漏水事故は13年間で起きていない。

M幹線水路の第1機場から第2機場及び第2機場から第3機場までの区間は最大で静水頭が15m、経験則による水撃水頭は15mで設計水頭が30mとなるが（図-7）、漏水事故の発生が見られない。

それに対して、C幹線は静水頭及び水撃水頭は図-8のとおりで、最大静水頭で51m、水撃水頭35m、設計水頭86mで他の路線と比較して高圧な区間である。このため、19件の漏水事故が発生している。

また、支線水路の漏水ヶ所については、それぞれ幹線から支線機場に加圧してから配水する形であり、特に分水工が7ヶ所ある路線で4件の漏水事

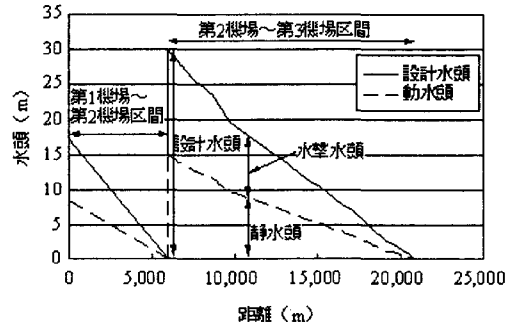


図-7 第1揚水機場～第3揚水機場区間の経験則による設計水頭図（ポンプ系パイプライン）

故が起こっており、バルブ操作に伴っての水撃水頭上昇が漏水に結びついているものと推測される。

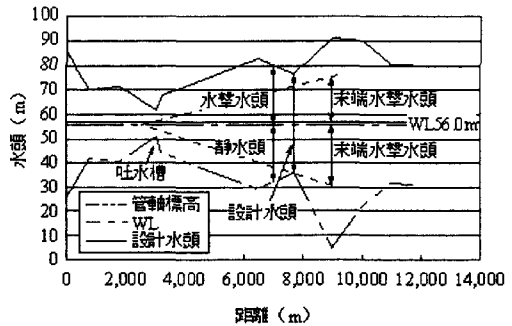


図-8 経験則による設計水頭図（第3機場～末端）（自然圧送系）

## 3. 非定常流解析

非定常流解析とは、送配水管路の付帯施設として配置される制水弁、流量制御弁等の操作に伴って発生する非定常な水理現象の解析から管路及び付帯施設の構造設計における安全性を検査すること、並びに送水、配水機能が確保できるように施設及び機器の操作等に伴う過渡現象を解析することで、水撃圧とサージングの解析が主になる。

本解析では、平成15年度農業工学技術研修テキスト「パイプライン水理」の非定常流解析プログラムを用い<sup>3)</sup>、I土地改良区の管理用図面及び概要書から入力モデルを作成し、検討を行った。

モデル化に当たっては、C幹線の第3機場～末端までの本線区間の標高及び延長については事業誌及び平面縦断図を基にデータを入力したが、1号分水

工～6号分土工の区間のうち、2号分土工から6号分  
 水工までのデータがなく、上流端管軸標高と下流  
 端管軸標高の勾配を1/50と想定して入力した。

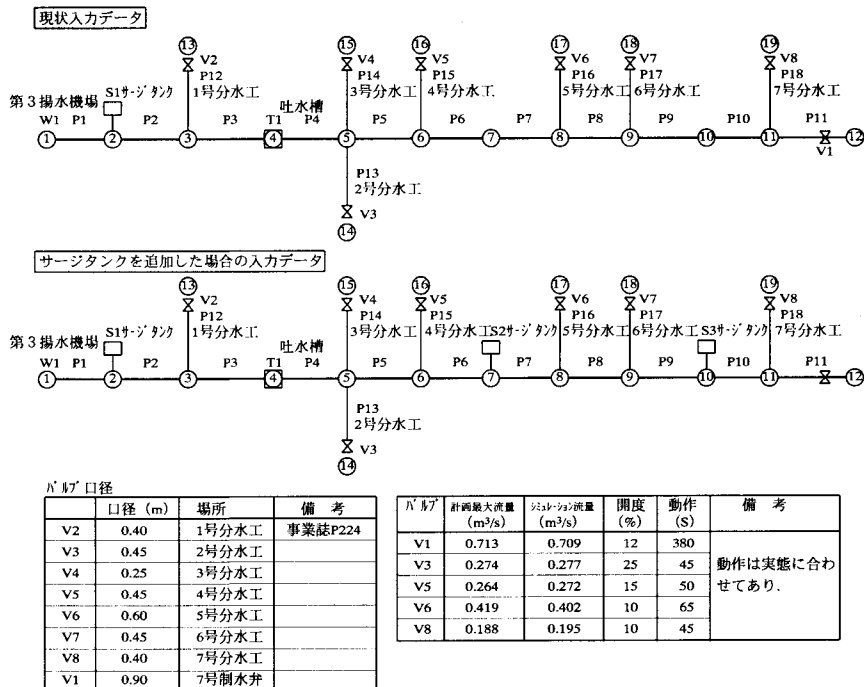


図-9 C幹線パイプライン数理モデル

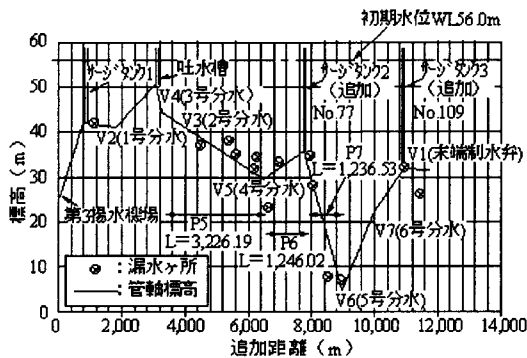


図-10 C幹線縦断面図

また、サージタンクを追加した場合の水撃圧抑  
 制効果についても検討した。

図-9に示すC幹線入力モデルのP1～18値は管  
 路及びその番号を示し、○数値は接点、V1～8は  
 バルブを示す。また、図-10に示すC幹線縦断面  
 図には施設と漏水状況を記載した。

#### 4. 水撃圧解析結果

設計水頭が大きい路線で漏水事故が発生する傾  
 向が認められたことから、水撃圧の発生を抑制す  
 ることが漏水事故防止につながると考えられる。

シミュレーション条件は、下記の3条件で実施  
 した。

- ①同時刻に各バルブ操作を開始した場合の現状  
シミュレーション (図-11)
- ②同時刻に各バルブ開閉時間を120秒遅くした  
場合のシミュレーション (図-12)
- ③サージタンクNo.77付近に設けた場合のシ  
ミュレーション (図-13)

次に②③のシミュレーション結果を示す。

図-11の最小最大動水位で囲まれた面積に対し  
 て②、③の面積割合を求め、数値で表すと次のと  
 おりとなった。

② (図-12) …31.2% ③ (図-13) …47.0%

②は既設バルブ操作により最小最大動水位差を  
 抑えることが可能であることを示し、③の結

果よりサージタンクを追加した場合で同様の結果が得られることが明らかとなった。

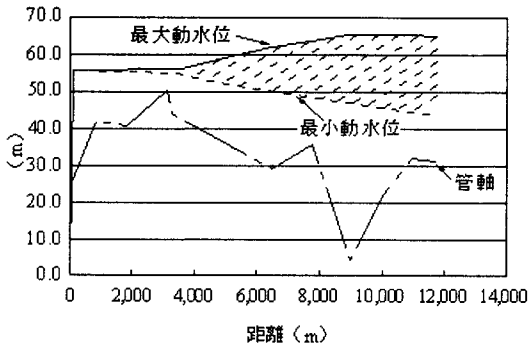


図-11 パイプラインの水力縦断面図 (現状)

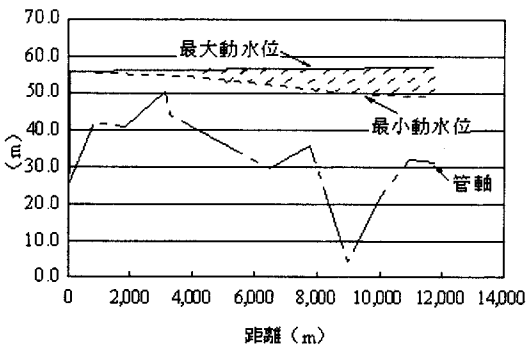


図-12 パイプラインの水力縦断面図 (標準バルブ速度+120S)

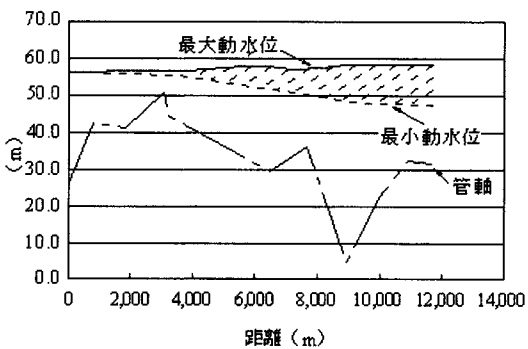


図-13 パイプラインの水力縦断面図 (サージタンク1ヶ所 No.77追加時)

解析プログラムにより、条件設計を与えるだけで計算結果及び作図がなされるため、現場の技術者が施設診断や施設改修の検討を行う上で、極めて有効である。

## 5. パイプラインの信頼性向上のための方策

水撃圧解析結果から、漏水事故（施設故障）を減らすためには、通常管理の中で、既設バルブの開閉操作速度を遅らせることが有効である。現在の対象地区が偶発故障期であると推定されることから操作方法で対処することが、経費的に安価であると思われる。

しかし、ある時期から急激に漏水事故（施設故障）件数の上昇が見られた場合は、漏水ヶ所の補修費が膨大となるため、パイプライン全体の水利機能診断を行い、システムの見直しを行った方が経済的であり、かつ信頼度が高まる。

解析結果から、安全性向上の観点からサージタンクを設けることが漏水事故（施設故障）を減らす点で有効であると考えられる。

実際に管理を行う土地改良区側で漏水事故（施設故障）件数の整理及び発生ヶ所状況の把握をしておき、漏水件数の異常が認められると思われる場合、上記のような適切な予防保全を行い、重大事故を防止し、パイプラインの信頼性向上維持に努めることが重要である。

本解析では、水理学的側面からの管路の漏水事故による、信頼性の低下を分析したが漏水事故の要因には、材料学的、構造学的な面からの分析も不可欠であることから、総合的な分析に基づく信頼性解析の進展が望まれる。

なお、本報文は、平成15年度農業工学研究所システム技術研修（技術解析）の課題研究成果の一部を取りまとめたものである。

### 【参考文献】

- 1) 中 達雄他：施設更新に対応する水路システムの性能設計，農土誌71 (5)，pp.51～56，2003
- 2) 赤城新介：エンジニアリングシステムの解析と計画，システム工学
- 3) 吉野秀雄他：平成15年度農業工学技術研修テキスト「パイプライン水理」



# 特殊塗装ライニング工法によるコンクリート開水路の改修について

長 嶋 滋 則\* 崎 山 佳 孝\*\*  
(Shigenori NAGASHIMA) (Yoshitaka SAKIYAMA)

## 目 次

1. はじめに	43	4. 改修後の評価	49
2. 改修工事の概要	43	5. おわりに	49
3. 工事の施工	46		

### 1. はじめに

国営新湖北農業水利事業では、昭和40年から61年にかけて国営湖北土地改良事業（旧事業）で造成された用水路等の改修を行い、用水の安定的な供給による農業経営の安定を図り、併せて地域用水機能の維持と増進を図る計画で、平成10年度から着手し平成19年度完了を目指して実施中である。

事業は、国営農業用水再編対策事業（地域用水機能増進型）により計画されており、農業用水路の改修については、地区内水路延長約177km（幹線水路33km、支線水路31km及び末端支配面積5ha以上の末端水路113km）のうち、改修水路延長約87km（幹線水路3km、支線水路9km及び末端支配面積5ha以上の末端水路75km）を改修する計画である。

本稿では、これらの農業用水路改修のうち、開水路の改修工事に当たって採用した新工法である「特殊塗装ライニング工法」の施工事例について紹介する。

### 2. 改修工事の概要

以下では、新湖北事業での改修基準の考え方と、これらの水路改修のうち、改修工法の一つである特殊塗装工法によるライニング工法について施工に当たって検討した内容について述べる。

#### (1)改修の考え方と改修基準

本地区の水路施設は昭和40～50年代に築造さ

れ、既に25～35年近くが経過している。水路形態はほとんどが開水路であり、特に湖北地方における冬季の多雪、凍結等の自然・気象条件により、劣化の進行は管水路や暗渠部に比べて進んでいる。一方で、本地区の開水路の劣化に対する地元営農関係者からの評価は、外観よりもむしろ近接ほ場の湿潤状態等、漏水問題が多くを占めている。

このような状況から、本地区では平成11～12年度において水路施設の一次診断調査（標準調査）を実施しており、本調査結果を基に独自の改築・補修判断基準に従って対象部位を抽出し、工法を使い分けて改修を実施する計画である。

図-1に、本地区の調査・診断・工法の選定フローを示す。

改修の判断基準としては、コンクリート構造物の劣化の程度が中度～大きい場合は、補修・補強あるいは全面改築することとし、劣化程度が少ない場合は、そのまま存置することとした。存置する場合の判断基準は次のとおりである。

#### ア. 無筋構造の場合

- ・コアの圧縮強度が設計基準強度以上あること
- ・化学的劣化深さを考慮したときの断面寸法で耐力上問題がないこと

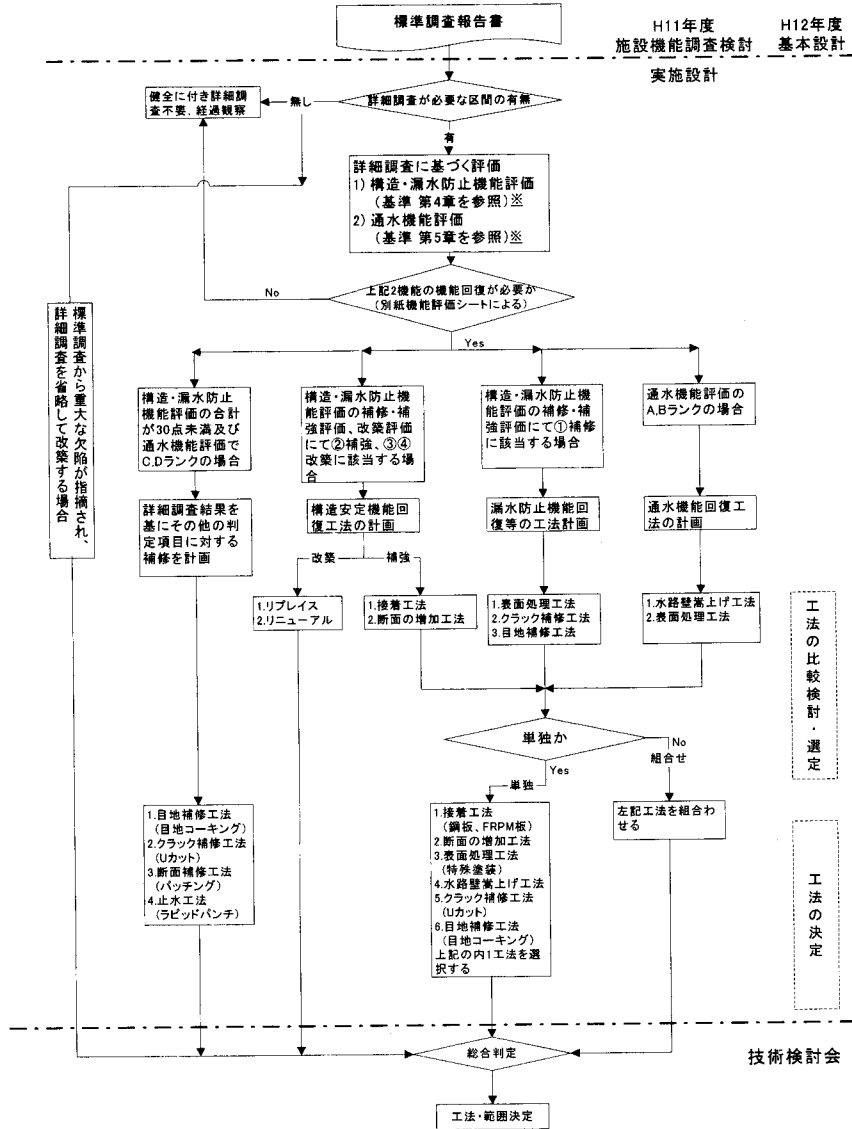
#### イ. 有筋構造の場合

- ・コアの圧縮強度が設計基準強度以上あること
- ・化学的劣化深さを考慮したときの断面寸法で耐力上問題がないこと
- ・鉄筋に発錆がないこと（中性化の進行状況も併せて確認する）
- ・塩害やアルカリ骨材反応が認められないこと

改修工法としての全面改築は従来から既設と同一材料による再構築が行われてきたが、近年、リ

\* 東海農政局新矢作川用水農業水利事業所 (Tel. 0566-74-7327)  
\*\* 近畿農政局淀川水系土地改良調査管理事務所川代ダム管理所 (Tel. 079-596-0905)

調査・診断・工法選定フロー（コンクリート開水路）：鉄筋コンクリート構造



※基準：新湖北（二期）農業水利事業開水路改修設計基準

図-1 調査・診断・工法選定フロー

サイクルへの取り組みが社会全般における大きな課題となっており、このような背景から、既設構造物を補修又は補強し再利用する工法が主流となりつつある。本地区においても補修、補強工法を改築の基本としている。

補修又は補強の工法は図-2のように大別される。(設計 水路工P669)

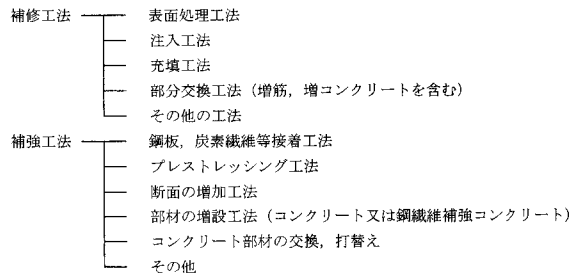


図-2 補修、補強の各種工法

## (2)老朽化の現状把握

新湖北地区では、事業所内に設置した所内技術検討会において開水路改修設計基準を定めて水路改修の調査、設計に役立てている。以下では、本基準における調査内容について述べる。

### a. 標準調査

水路の老朽化状況については、先に述べたように施設機能調査検討を平成11年度に行い、代表的な改修路線について次の項目について標準調査が行われている。

- 1) 目視による漏水状況
- 2) ひび割れ数量
- 3) コンクリート表面の剥離・摩耗等の状況
- 4) コンクリート表面反発硬度（シュミットハンマー）

ただし、4) コンクリート表面反発硬度については調査時点の水路状況等により測定数が少ないため、補足調査を必要とする。

### b. 詳細調査

改修判定、改修工法の選定するため、実施設計段階で次の詳細調査を実施する。

#### 1) 資料収集

- ①現況水路施工年度
- ②現況水路補修履歴

①、②を収集し、経過年数、補修履歴（土地改良区のヒアリング含む）を整理して評価に利用する。

#### 2) コンクリート構造物調査

調査頻度は対象区間(標準調査におけるA及びBランクの区間)にて1箇所/500mとした（ただし、1路線最低2箇所調査）。

- ①コンクリートコア採取（JIS A1107とし、サイズは現場条件により決定）
- ②コンクリートの中酸化深さ試験
- ③はつり試験(鉄筋腐食状況調査)
- ④コンクリートの圧縮強度試験（JIS A1108）
- ⑤付着強度試験（補修、補強対策を行う場合に実施する）（JIS A6909準用）

#### 3) 補足調査

標準調査時点以降、実施設計時点において劣化状況が進行している可能性があるため、次の補足調査を行う。

- ①漏水状況（水路状況により目地を含む場合、含まない場合を対比する）
- ②ひび割れ

### ③コンクリート表面の剥離・摩耗状況

これらを再チェックすると共に、シュミットハンマーによる反発硬度測定（圧縮強度試験との相関を明確しておく。但し、必ずしも相関が得るものではない）を対象区間で広範に実施し、評価に利用することとした。

ひび割れ程度と密度、コンクリートの剥離（摩耗）の調査は、500m程度に1箇所（1スパン9～10m当り）とした。なお、漏水量測定は1路線について1箇所以上の実測を基本とした。

#### 4) 通水能力（粗度係数）調査

対象区間を代表する地点にて流量観測を行って実測により求めた。この調査も500mに1箇所1路線1箇所以上行うこととした。

本地区の改修対象用水路の代表的な劣化状況を写真-1に示す。

### (3)改修工法の選定

改修工法の選定フローは図-1のとおりである。

詳細調査の結果から、①構造機能・漏水防止機能の評価、及び②通水機能の評価を行う。このうち、①構造機能・漏水防止機能の評価項目は次のとおりである。

- 1) 漏水状況
- 2) ひび割れの程度と密度
- 3) コンクリート表面の剥離（磨耗）状況
- 4) 鉄筋腐食や鉄筋露出又はかぶり厚
- 5) 中性化状況
- 6) 圧縮強度（設計基準強度比）

本地区のコンクリート用水路の劣化形態のパターンとして、上記1)～3)の劣化状況は認めら

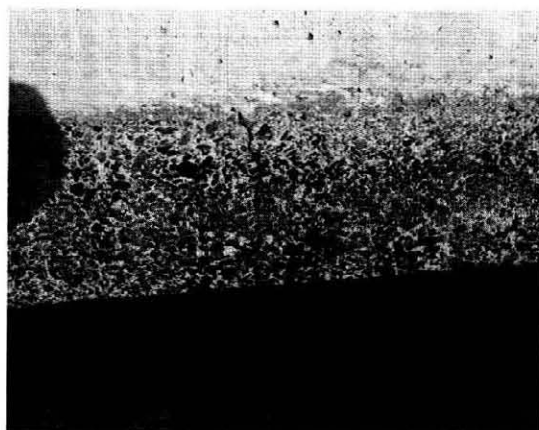


写真-1 用水路の劣化状況

れるものの、4)～6)については健全である場合で、さらにコンクリート表面の劣化により粗度の低下も著しく通水機能障害が認められる区間の改修工法について検討した。

このような主としてコンクリート表面の劣化に伴う「漏水防止機能」、「通水機能」を回復するための改修工法として種々検討した結果、コンクリート表面を塗装工法によりライニングする工法を採用することとした。

塗装工法には各種工法があるが、比較検討の結果、コンクリート製用水路の改修に適するとの判断から、2液形ポリウレタン樹脂材料を、特殊スプレーガンにより吹付けて防水膜を形成する工法(SQS工法)を選定した。

本工法の特長は次のとおりである。

- ・速乾性であり工期の短縮が期待できる。
- ・コンクリートへの接着力(付着力)が強く層間水密性が高い。
- ・塗膜が連続して継ぎ目がない。
- ・塗膜の伸びが良くコンクリートへのなじみ、追随性が高い
- ・硬化後の有害物質の溶出がない。

また、本工法の標準断面と塗膜構成を図-3、図-4に示す。

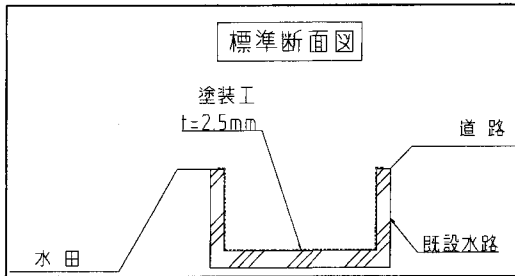


図-3 塗装工法標準断面図

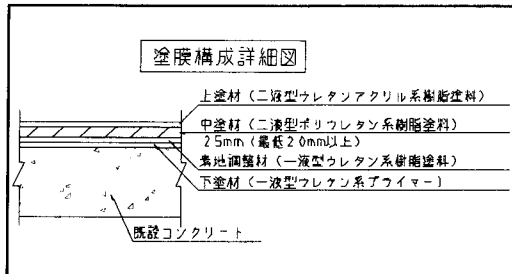


図-4 塗膜構成図

### 3. 工事の施工

#### (1) 施工条件と留意点

環境条件は原則として表-1による。また、施工部位は、表面を乾燥状態に保つ必要がある。

特殊塗装ライニング工法の施工フローを図-5に、施工状況を写真-2、3に示す。施工上の留意点は、次のとおりである。

##### ① 洗浄工

既設水路内面の汚れ及び付着物(泥・藻・苔等)を高圧水により清掃及び既設水路の脆い部分の除去を行う。

##### ② 欠損部修復工

- 1) 著しい漏水(湧水)箇所は、急結モルタル等で処理するほか、施工後に塗膜の膨らみが生じないように適切な水抜パイプを施す。
- 2) 欠損部及びクラック等はあらかじめパテ材にて補修する。

##### ③ 目地部修復工

既設目地部の空隙については、ウレタン系シール材にて補修する。

##### ④ 乾燥・清掃工

- 1) 塗装前にコンクリート表面が水分で湿潤な場合は、強制乾燥する。
- 2) 湿潤の有無に関わらず、コンクリート表面を清掃する。

##### ⑤ 表面含水率測定

コンクリートの表面含水率は、高周波容量式のコンクリート、モルタル水分計を用いて計測し、10%以下であることを確認する。

##### ⑥ 施工部周辺養生

施工対象範囲外などを汚さないように、養生シート等を用いて風に飛ばされないように固定するとともに防水膜端末部となる部分に粘着テープ等を貼り付けて養生する。また、吹付け後に養生テープ等を撤去する場合は、防水膜端末部をカッター等で縁切りしてから撤去する。

表-1 環境条件

項目	基準
天候	降雨, 降雪, 強風がないこと
気温	0°C以上であること
結露・氷結	ないこと

⑦下塗工

下塗材（一液型ウレタン系プライマー）を下地の状況に応じてローラー刷毛、刷毛、エアレススプレー等の用具を使い分け、均一に塗布する。プライマーの乾燥確認は触手により行う。

⑧素地調整工

素地調整材（一液型ウレタン系樹脂塗料）により、コンクリート表面の不陸を調整する。

⑨中塗工

中塗材（二液型ポリウレタン系樹脂塗料）は図-6に示す専用塗装機にて、クロスする方向に、数回吹き付けながら所定の膜厚を確認し均一に行い、作業中は目視観察により膨れ、ダレ

等の確認、指触によりべたつき等の異常のないことを確認しながら施工する。なお、吹き付け作業距離は、0.8m～1.2mを標準とする。既施工防水膜との継ぎ手部は、重ね幅を10cm以上とし、入念に接着させる。

⑩上塗工

上塗材（二液ウレタンアクリル系樹脂塗料）を均一に塗布する。

⑪端部処理工

塗装面端部は、端部処理を行い塗膜のはがれを防止する。

塗装使用材料及び使用量については表-2のとおり。

表-2 塗装使用材料と使用量

作業工程	使用材料	使用量	備 考
欠損部等修復工	パテ材	1.2kg/m <sup>2</sup>	凹凸の補修
目地部修復工	ウレタン系シール材	0.10L/m	目地部空隙の補修
下塗工	一液型ウレタン系プライマー	0.2kg/m <sup>2</sup>	コンクリートと塗膜の接着
素地調整工	一液型ウレタン系樹脂塗料	1.0kg/m <sup>2</sup>	コンクリート表面の不陸調整
中塗工	二液型ポリウレタン系樹脂塗料	2.55kg/m <sup>2</sup>	ライニング
上塗工	二液型ウレタンアクリル系樹脂塗料	0.2kg/m <sup>2</sup>	対紫外線保護
端部処理工	ウレタン系シール材	0.01L/m	塗膜のはがれ防止

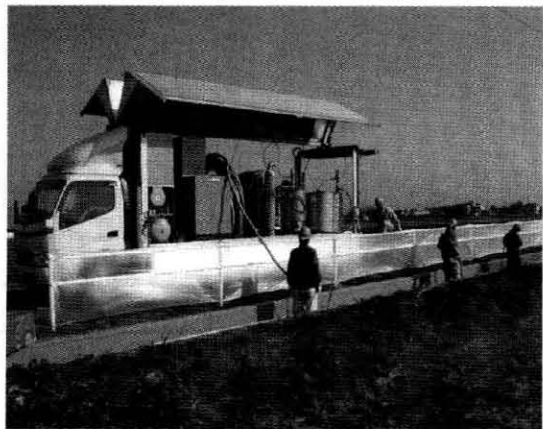


写真-2 塗装プラント

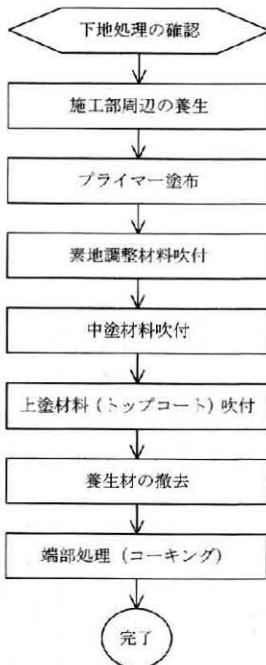


図-5 特殊塗装ライニング工法の施工フロー



写真-3 塗装吹き付け状況



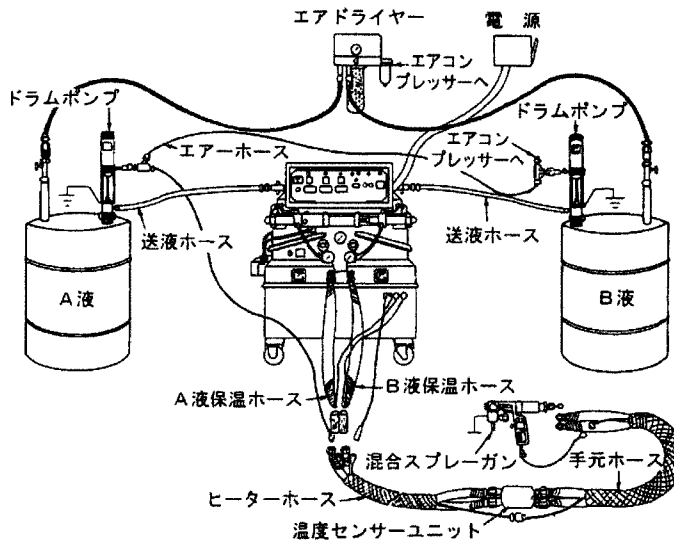


図-6 機械吹付システム概念図

表-3 塗膜の物性試験項目

試験項目	規格値
引張強さ	735N/cm <sup>2</sup> 以上
破断時の伸び	230%以上

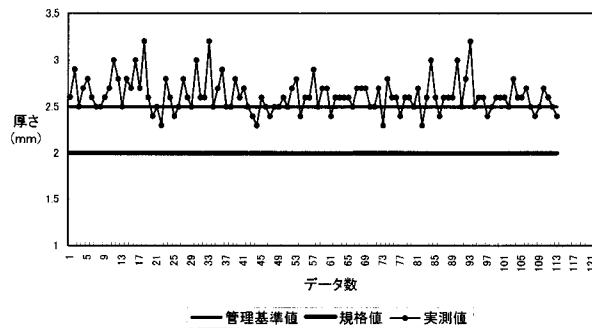


図-7 塗膜厚の施工管理状況例

(2) 施工管理の状況

施工管理は、下記により管理した。

1) 塗装工の出来形管理

管理基準は次に示すとおりとし、塗膜厚の測定基準は、施工延長50mにつき1箇所/3点の割合で測定し、50m未満の区間については、2箇所測定することとした。

- ・設計厚            2.5mm
- ・管理基準値       +0mm
- ・規格値            -0.5mm

2) 塗装工の塗膜品質管理

塗膜の品質管理は、施工面積おおむね500m<sup>2</sup>につき1箇所の割合で検査サンプルを採取し、塗膜厚を測定するとともに、サンプルの30%程度について工場にて物性試験を実施することとした。

物性試験項目は、表-3のとおりである。

施工管理の状況はおおむね良好に推移し、特に塗膜厚については図-7のように予想以上に良好な管理ができた。

なお、塗膜厚は針貫入式膜厚計を用いて測定した。測定状況を写真-4に示す。



写真-4 塗膜厚の測定状況

#### 4. 改修後の評価

本地区では、工事着手前に代表的な3地点で流速、水路勾配、通水断面を実測し、粗度係数 $n$ を推算した。次に、工事完了後に同一地点で同様に粗度係数 $n'$ を求めた結果、20～120%の粗度係数の改善がみられた。本結果より、メーカー公表値0.010に対し、平均0.011を得た。本値は、コンクリートの標準値0.015に比べて十分に満足できる数値であり、設計採用値0.012の妥当性が検証できた。その結果を表-4に示す。

なお、本塗装工法では、塗膜材料が火炎に対して延焼性があるという弱点を有する。強い延焼性はなく、時間の経過とともに自消するが、特に開水路脇の畦等の野焼きには十分な注意が必要である(写真-5)。本地区においても注意喚起の立看板等で農家への啓蒙を図っているところである(写真-6)。

#### 5. おわりに

老朽化水路の改修工法の一つとして注目されている特殊塗装ライニング工法の施工事例について紹介した。

近年の農業農村整備事業では更新事業が主体となってきており、ライフサイクルコストの低減及び環境との調和への配慮を考慮した事業実施を主眼として進める必要があるとともに、コンクリートガラ等廃棄物の発生を抑制するなど、環境負荷の少ない新技術・新工法の採用が望まれている。当地区においても、特殊塗装ライニング工法を始め、様々な新技術・新工法を積極的に導入し、様々な現場条件に対応できるよう努めている。

表-4 粗度係数の現況と改修後の比較

地点No.	幅×高さ	現況粗度 $n$	改修後粗度 $n'$	粗度改善率 $(1-n/n') \times 100$	備考
1	1400×850	0.020	0.009	122%	長方形水路
2	850×500	0.016	0.013	23%	台形水路
3	1250×550	0.018	0.012	50%	長方形水路



写真-5 水路天端の塗膜延焼状況



写真-6 野焼き等への注意看板

以上、今後の特殊塗装ライニング工法の採用の検討に際して、少しでも参考になれば幸いである。

#### 参考文献

- 1) 土地改良事業計画設計基準・設計「水路工」(農林水産省農村振興局)
- 2) 開水路などのコンクリート構造物変状対策マニュアル(案)(農村振興局設計課施工企画調整室)
- 3) 土地改良施設の補修、補強、更生技術資料(案)(中国四国農政局土地改良技術事務所)
- 4) 超速硬化ポリウレタン樹脂吹付塗膜防水工法技術マニュアル(SQS工法研究会)

## 西高峰頭首工のコンクリート補修事例について

中 澤 和 彦\*  
(Kazuhiko NAKAZAWA)

### 目 次

1. はじめに	50	5. 調査・診断の総括	55
2. 概要	50	6. 補修設計	55
3. 劣化の要因	51	7. 補修工事	56
4. 外観調査	53	8. おわりに	56

### 1. はじめに

農業用利水施設は、これまで土地改良事業により計画的に整備されてきたが、築造後数十年を経過し、経年変化や特殊な環境条件等により順次更新事業を迎えつつある。

更新事業の対象施設は今後増加を続け、2010年頃にピークを迎えることとなり、重要な社会的資本ストックとしてどのように維持保全していくかが重要な課題となっている。

そこで、近年における更新事業においては、ライフサイクルコストを考慮した、既存施設の改修や補修による長寿命化が有効な選択肢となってきた。

ここでは、その一例として白川国営造成土地改良施設整備事業において、平成14年度に実施した西高峰頭首工改修工事の中からコンクリート補修について報告する。

### 2. 概要

#### (1)白川地区国営造成土地改良施設整備事業の概要

白川地区は、山形県の西南部にある置賜盆地の西北部に位置し、長井市他2町にまたがる4.65haの水田を中心とした農業地帯である。

かんがい用水は白川ダム（特定多目的ダム）の他、白川、犬川及び黒川に依存し、国営白川土地改良事業（昭和44年度～昭和62年度）により造成された取水塔や頭首工から取水している。

これら取水塔、頭首工、幹線用水路、及び用水管理施設は、供用開始から20年余が経過し電気設

備や機械設備を中心に老朽化が進んできたのに加え、水路や頭首工等コンクリート建造物の劣化も著しくなっており、施設の管理運用にあたって多大な労力を費やすなど、施設管理に支障を来すようになっていた。

白川国営造成土地改良施設整備事業では、特に老朽化が著しい国営造成施設の改修を行うことにより施設の機能を回復し、農業用水の安定的確保及び維持管理費の軽減を図り、農業経営の安定に資することを目的として、平成12年度に事業を開始し、平成16年度事業完了に向けて鋭意工事の進捗に努めているところである。

#### (2)西高峰頭首工の概要

西高峰頭首工は、本地区の水源である白川ダムに貯留されたかんがい用水を、白川沿岸の1,688haのほ場へかんがい用水を供給するための取水施設であり、径間27.7mの転倒式洪水吐ゲート1門と、径間6.5mの引上式土砂吐ゲートを有する堤長38mのフィクストタイプの頭首工である。

この頭首工地点は、東北でも有数の積雪寒冷地帯である山形県飯豊町の山間部であり、コンクリートにとっては過酷な凍結融解が作用する気象条件であることに加えて、前歴事業の初期（S46年）に築造された建造物であるため、コンクリート打設後30年余を経過し、本地区の施設の中でもとりわけ劣化が顕著に現れてきていた。

状況としては、堰柱等外気に露出している部位はクラック、スケーリング（浮き）、欠損が現れている。また、エプロン等流水にさらされている部位は、磨耗によるコンクリート厚の減少が著しくなっている。

\*東北農政局 寒河江川下流農業水利事業所  
(Tel. 0238-84-6101)

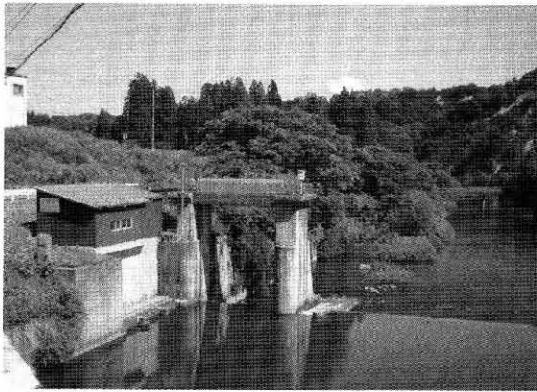


写真-1 西高峰頭首工全景（補修前）

### 3. 劣化の要因

一般的に、頭首工の耐用年数は50年と言われているが、本頭首工は30年余で著しい劣化が表面化してきている。

エプロンや、魚道等の流水部の磨耗は、転石による衝撃や流砂による磨り減りであることに疑う余地はないが、堰柱部や護岸擁壁のクラックやスケリングを誘発している要因は、その劣化の症状や寒冷な気象条件から考えると凍結融解による凍害である可能性が高いものの、その他の可能性も完全には否定できない。

よって、工法を定めるにあたり以下のコンクリート品質に係る試験により確認を行い、判定することとした。

#### (1)塩害

##### ①試験方法

本頭首工は、コンクリート中の塩化物総量規制以前の構造物であることから、塩害の可能性を判断するため塩化物イオン量を試験により求めた。

試験方法はJCI-SC4（コンクリート構造物の腐食・防食に関する試験方法ならびに規準（案）、「硬化コンクリート中に含まれる塩分の分析方法」、日本コンクリート工学協会）に基づき実施した。

また、調査サンプルは、塩害が生じる可能性が高い道路側の操作台、左岸側堰柱及び左岸側擁壁からφ75mmのコアを採取した。

なお、計測した塩化物イオン量は「コンク

リート構造物の維持管理指針（案）」（土木学会）を参照し下表により評価した。

表-1 塩化物イオン量の評価

評価	調査結果
G1	鉄筋位置の塩化物イオン量が0.6kg/m <sup>3</sup> 未満である。
G2	鉄筋位置の塩化物イオン量が0.6kg/m <sup>3</sup> 以上、1.2kg/m <sup>3</sup> である。
G3	鉄筋位置の塩化物イオン量が1.2kg/m <sup>3</sup> 以上である。

#### ②試験結果

塩害は、コンクリート中に一定量以上の塩化物イオンが存在することにより鉄筋の腐食が促進され、腐食生成物が体積膨張しコンクリートにクラックやスケールをひき起こしたり、鋼材の断面減少により構造物の耐荷力が低下する現象である。

今回の試験結果は、下表の如く総ての調査位置でG1評価であり塩化物イオン量は規定値を下回っていることから、塩害ではないと判定した。

表-2 塩化物イオン量の試験結果

調査箇所	塩化物イオン量 (kg/m <sup>3</sup> )	評価
操作台	0.20	G1
左岸側堰柱	0.02	G1
左岸側擁壁	0.16	G1

#### (2)アルカリ骨材反応

##### ①判定方法

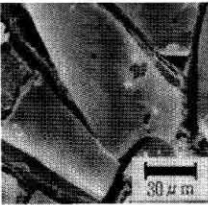
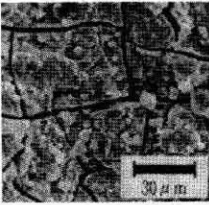
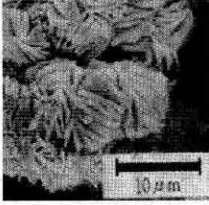
アルカリ骨材反応による劣化は、骨材中に含まれるある種の鉱物がコンクリート中の高いアルカリ性の水溶液と反応しアルカリシリカゲルが生成され、それが吸水膨張することにより異常な膨張やそれに伴うクラックを発生させる現象である。

よって、アルカリ骨材反応による劣化の有無は、アルカリシリカゲルの有無により判定することとし、確認の方法は反応生成物の形態と組成が表-3（「アルカリ骨材反応の診断」（小林一輔・丸 章夫・立松英信 共著）より）に示す典型との対比により行った。

なお、現場から採取した反応生成物の形態及び組成の確認方法は、走査電子顕微鏡（SEM）、及びエネルギー分散型X線分析装置（EDS）を用いた。

また、サンプルは、亀甲状のクラックが発達している、左岸堰柱（左岸側）、左岸堰柱（下流側）、右岸堰柱（下流側）から滲出していた

表-3 反応生成物の典型例

区分	①	②	③
典型的形態			
主要成分 範囲 (重量%)	SiO <sub>2</sub> : 60~90	SiO <sub>2</sub> : 35~75	SiO <sub>2</sub> : 45~75
	Na <sub>2</sub> O : 5~30	Na <sub>2</sub> O : 3~15	Na <sub>2</sub> O : 10以下
	K <sub>2</sub> O : 5~30	K <sub>2</sub> O : 3~15	K <sub>2</sub> O : 10~25
	CaO : 5以下	CaO : 10~55	CaO : 10~30
組成タイプ	アルカリ-シリカ型	アルカリ-カルシウム- シリカ型	アルカリ-カルシウム- シリカ型(K濃度大)
骨材の特徴	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="width: 30%;"></div> <div style="width: 40%; text-align: center;">火山岩系骨材</div> <div style="width: 30%;"></div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="width: 30%;"></div> <div style="width: 40%; text-align: center;">堆積岩系骨材</div> <div style="width: 30%;"></div> </div>		

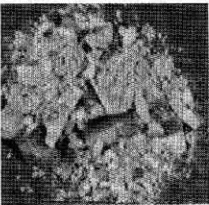
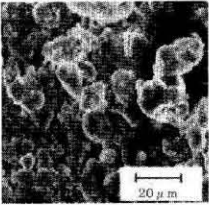
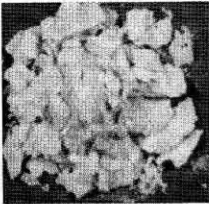
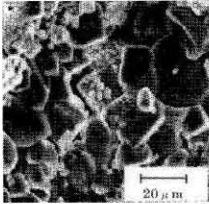
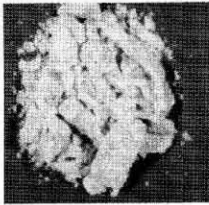
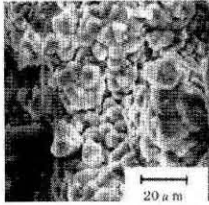
白色の物質を採取した。

②判定結果

調査箇所における滲出物の成分及び形態表を  
表-4に示す。

表-3と比較した結果、類似したものは無く、  
滲出物の主成分は、CaO（酸化カルシウム）で  
あり、アルカリ骨材反応の主生成物であるアル  
カリシリカゲルは、認められなかった。

表-4 形態及び組成の調査結果

調査箇所	滲出物写真	SEM写真	化合物	重量(%)
左岸堰柱 (左岸側)			SiO <sub>2</sub>	1.5
			Na <sub>2</sub> O	1.1
			K <sub>2</sub> O	0.3
			CaO	83.7
			合計	86.5
左岸堰柱 (下流側)			SiO <sub>2</sub>	0.8
			Na <sub>2</sub> O	1.1
			K <sub>2</sub> O	0.4
			CaO	93.4
			合計	95.8
右岸堰柱 (下流側)			SiO <sub>2</sub>	3.0
			Na <sub>2</sub> O	1.5
			K <sub>2</sub> O	0.6
			CaO	90.0
			合計	95.1

また、補足調査としてコアを採取し観察したが骨材に異常は認められず、また圧縮強度試験においても建設当時の設計基準強度を満たしていた。

更に、建設当時のコンクリートに使用した骨材の出所について調査したところ、一級河川最上川水系の野川の川砂利を使用していたことが判明した。この地域では、近年まで殆どのコンクリートがこの川の砂利で製造されていたが、現在に至るまでアルカリ骨材反応によるコンクリートの劣化は報告されていない。

これらの結果により、アルカリ骨材反応による劣化ではないと判定した。

### (3) 中性化

#### ① 判定方法

中性化の判定は、フェノールフタレイン1%溶液 (JIS K 8799) をはつり面に塗布して確認した。この溶液は、PH8.3~10.0以下の部分では無色で、PH10以上で呈色反応を示し、赤色に着色する性質があるため、この呈色反応を示さない無色の部分の深さ (mm) を測定し中性化深さとした。

調査箇所は、上流側導流壁 (右岸側側面) 及び右岸側護岸 (上流側) を各5箇所とした。

また、計測した中性化深さは「コンクリート構造物の維持管理指針 (案)」(土木学会) を参照し下表により評価した。

表-5 中性化深の評価基準

評価	調査結果
G1	中性化深さがかぶりの1/2未満である
G2	中性化深さがかぶりの1/2以上であるが、鉄筋位置まで達していない
G3	中性化深さが鉄筋位置まで達している

#### ② 調査結果

中性化は、大気中の二酸化炭素がコンクリート内に侵入し炭酸化反応を起こすことによって、コンクリート中のPHが低下する現象である。

PHが低下することにより鉄筋の不動態皮膜が破壊され、水分と酸素の供給により鉄筋腐食が進行し、錆による体積膨張がコンクリートにひび割れや剥離現象が現れてくる。

本頭首工の調査結果は表-6に示す如くであるが、中性化は殆ど進んでおらず全てG1の評価となっている。

よって、鉄筋及びそのかぶり部は高いアルカリ状態に保たれており、中性化による劣化では

ないと判定した。

なお、表中の最小かぶりは鉄筋探知機により測定した値である

表-6 中性化深の調査結果

調査箇所	中性化深さ各測定値 (mm)					中性化深さ (mm)	最小かぶり (mm)	評価
	1	2	3	4	5			
上流側導流壁	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	71	G1
右岸側護岸上流側	3.0	2.0	0.0	3.0	1.0	1.8	70	G1

### (4) 劣化要因判定

以下により、本頭首工のクラックやスケーリング等劣化現象は凍害であると判定した。

- ・塩害、アルカリ骨材反応、中性化とも劣化外力である可能性は極めて低い。

- ・図-1の如く頭首工の所在地は、冬季間頻繁に凍結融解が作用していると考えられる。

- ・凍結融解作用を受けやすい堰柱等突出している部位に劣化現象が集中している。

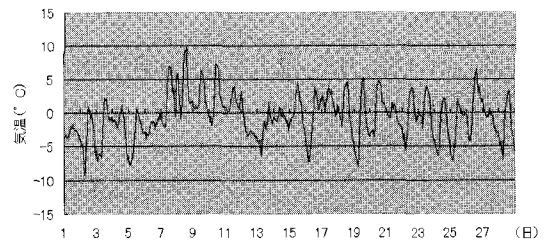


図-1 頭首工地点における2月の気温

## 4. 外観調査

### (1) 外観調査の概要

本頭首工の劣化調査は、補修工実施の約2年前に実施しているが、その際以下の様な問題があった。

当該時点では、河川の締切りや大規模な足場の設置が出来ないため、川道内に位置するエプロンの磨耗量測定や、高所におけるクラックの幅や長さ、スケーリングの厚さや範囲が直接測定出来なかった。よって大半の部分が目視による概略調査とせざるをえなかった。

更に、その時の調査結果により本頭首工の劣化グレードは、平均的には進展期後期であるものの、部位により加速期と判定されたものもあり、劣化が更に進行している可能性が高い (図-2参照)。

よって、補修工事直前に再度詳細な調査・診断を実施することとした。

以降に記載する調査内容は、補修工事直前に実施したものである。

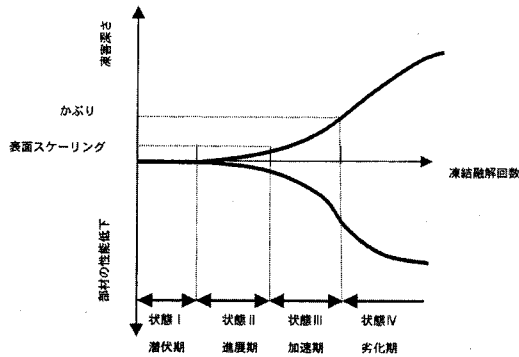


図-2 凍害劣化過程概念図(コンクリート標準示方書〔維持管理編〕, 土木学会より)

(2)調査内容

施工規模及び工法を確定するにあたり、頭首工全体を対象に以下の変状について調査を行った。

①クラック

クラック幅0.2mm以上ものを対象に幅、長さ

を計測。

但し、スケーリング、エフロレッセンス(遊離石灰)の発生している箇所の亀甲クラック、及び幅が0.2mm未満のものはスケッチのみとした。

②スケーリング

打音調査によりスケーリング範囲を計測。

なお、深さは、スケーリング部をはつり取った後に実測。

③磨耗

エプロン部を1m区画で区切り、磨耗深を計測。

なお、磨耗深は建設当時の設計E.L.を基準として計測した。

④その他

断面欠損、露出鉄筋、骨材の露出、豆板等の状況について位置、規模等を計測。

(2)調査・診断結果

外観調査結果については、図-3、図-4の如く調査図面に整理した。

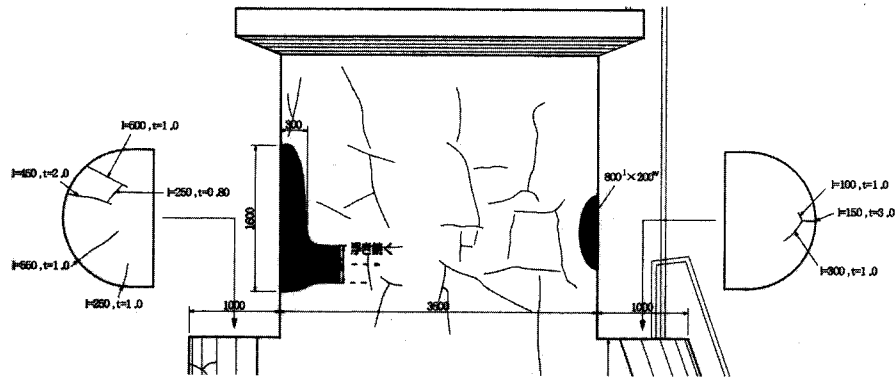


図-3 右岸側堰柱上部の調査結果

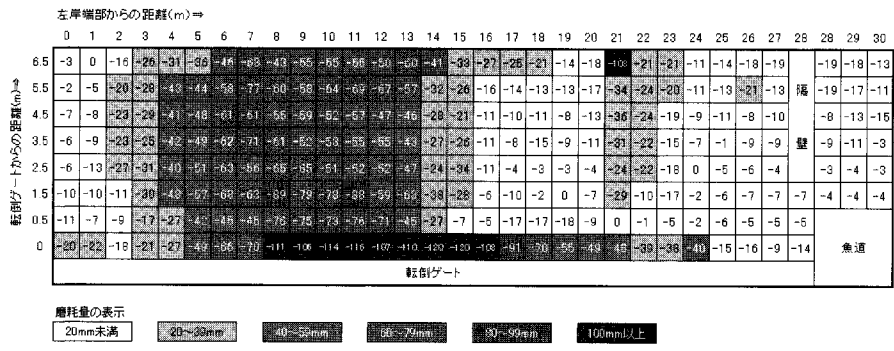


図-4 上流エプロンの磨耗調査結果



## 5. 調査・診断の総括

前述のとおり、西高峰頭首工の劣化を促進している要因は、転石による衝撃や流砂による磨り減りと、寒冷な気象条件による凍害と考えられる。

凍害は、凍結融解作用により表層ペーストの剥れ、表面の荒れ、骨材の露出と進み、表面劣化と同時にコンクリート内部は微細なひび割れも生じさせる。この微細ひび割れは、密着していた骨材とコンクリートに界面に生じさせ、表面の脆弱化や中性化を促進させる。更に劣化が進むと、鉄筋が腐食膨張し、かぶり部のコンクリートの浮き、剥落現象が現れ、未対策のまま放置すると、やがてコンクリートの崩壊に至る。

本頭首工の凍害による劣化は、鉄筋腐食までは至っていないものの構造物全体に確認されていることから、平均的に進展期後期の段階であると考えられる。今後更に劣化が進行した場合、加速期に進み構造物の耐力低下が危惧されるようになる。

進展期と加速期を対策工で比較すると、進展期における対策としては、凍害によるコンクリート表面の脆弱化や中性化の進行を防ぐ表面補修を行う程度でよいが、加速期の場合は鉄筋の腐食、欠損による耐力低下を補うための補強措置が必要となり、鋼板等による躯体の大規模改修、或いは躯体そのものの更新が必要となることも考えられる。

よって、構造物のライフサイクルコストや重要構造物としての安全性を考慮し、現時点で補修工事を実施するのが妥当と考えた。

## 6. 補修設計

### (1)凍害補修設計概要

凍害を受けた部分のコンクリートの物性値は大きく低下している場合が多い。

そのため劣化の程度にもよるが、凍害を受けた箇所を取り換え、水の供給を低減する対策が有効である。

よって、劣化部を除去し、耐水性のある補修材で充填することを基本とした。

また、スケーリングや欠損等の著しい劣化が現れていない比較的健全な部位においても、凍害による微細なクラックがほぼ全体に発生していることから、以降の劣化を抑制するため頭首工全体を表面補修することとした。

### (2)磨耗補修設計概要

エプロン部の磨耗補修は、転石による衝撃や流砂による磨り減りが原因であるため耐久性の高い補修が必要となる。

土地改良計画設計基準「頭首工」に記載されている「エプロンの表面保護工法」に基づきコンクリートの品質を向上させる工法を検討したが、高強度コンクリートを50cm以上の厚さで置換えるとした場合、本頭首工のエプロンの厚さは80cmであるため殆ど全部の取壊しが必要となり現実的には困難であった。

そこで、高強度で且つ剥離やひび割れが生じにくく、更にコンクリートとの接着力に優れる補修材で復旧することとした。

### (3)補修材料

補修材の品質は「コンクリートのひび割れ調査、補修・補強指針」（日本コンクリート工学協会）の第5章を参考とした。

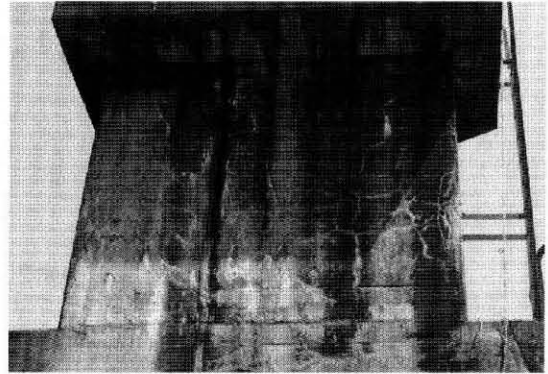


写真-2 凍害により劣化した右岸側堰柱上部

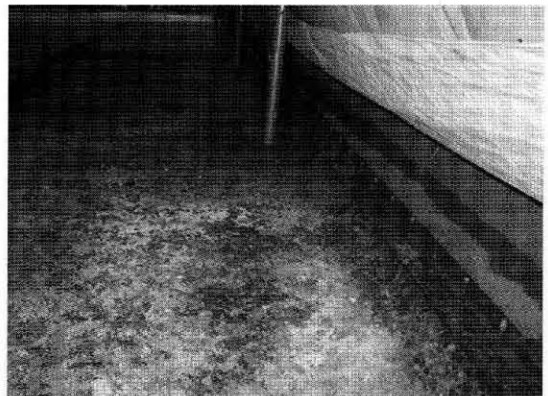


写真-3 上流エプロンの磨耗状況

## 7. 補修工事

### (1)表面補修

#### ①工法及び材料

ポリマーセメントを吹付け工法により1mm厚で2回施工した。

#### ②補修工程

- ・表面をケレン、高圧洗浄（15MP）
- ・プライマー（ケイ酸リチウム化合物）を400g/m<sup>2</sup>塗布
- ・補修材吹付け、左官仕上げ

### (2)クラック補修

#### ①工法及び材料

Vカットによる充填工法とし、補修材料はエポキシ樹脂モルタルとした。

#### ②補修工程

- ・幅10mm程度でVカット
- ・洗浄、清掃
- ・補修材をコテ等で充填し整形

### (3)スケーリング補修

#### ①工法及び材料

劣化部をはつり落とした後、ポリマーセメントモルタルを吹付け工法により充填。なお、補修厚毎に以下の如く施工した。

- ・平均補修厚10mm以下⇒ポリマーセメントモルタル吹付け
- ・平均補修厚10mm～40mm⇒厚付用ポリマーセメントモルタル吹付け
- ・平均補修厚40mm超⇒ラス張+厚付用ポリマーセメントモルタル吹付け

#### ②補修工程

- ・劣化した部分をピックハンマ等ではつり落とし健全部を露出
- ・洗浄、清掃
- ・プライマー（ケイ酸リチウム化合物）を400g/m<sup>2</sup>塗布
- ・補修材を吹付けし、左官仕上げ

### (4)欠損部の補修

#### ①工法及び材料

一般的に、欠損の規模が大きい場合、プレキャストコンクリートにより補修するが、本頭首工の欠損規模はいずれも小規模であったことから、モルタルパッチング工法により補修。なお充填材料は、ポリマーセメントモルタルとした。

#### ②補修工程

- ・劣化した部分をピックハンマ等ではつり落とし健全部を露出
- ・洗浄、清掃
- ・プライマー（ケイ酸リチウム化合物）を400g/m<sup>2</sup>塗布
- ・左官作業により補修材を充填、整形

### (5)磨耗補修

#### ①工法及び材料

磨耗による不陸を、左官工法により整形。

なお、磨耗量の少ない箇所は補修材が薄付けとなるため、クラック防止のため織入りのポリマーセメントモルタルとした。

#### ②補修工程

- ・劣化部のはつり、高圧洗浄（15MP）
- ・プライマー（ケイ酸リチウム化合物）を400g/m<sup>2</sup>塗布
- ・磨耗部を補修材にて充填、整形

### (6)その他の補修

その他の補修においても、劣化部を耐水性ある補修材で置き換えることを基本として補修した。



写真-4 西高峰頭首工全景（補修完了）

## 8. おわりに

今回の補修工事により、凍害や磨耗によるコンクリートの急速な劣化は抑止することが出来た。

しかしながら、所在地の気象条件を考慮すると劣化が完全に停止することは考えにくく、将来的に再度劣化が表面化してくる可能性は否定出来ない。

本頭首工における今後のライフサイクルコストを総合的に考えた時、現在の性能が長期間維持保

全されることが重要であり、今回の補修工事の結果は勿論であるが、今後の経過観察や、それに基づく適切な維持管理計画等、施設の管理に期する部分が大きくなっていく。

最後になりますが、本工事の施工にあたり御指

導、御尽力いただいた方々、また今後管理にあられる山形県、及び水土里ネット白川の方々に感謝と期待を申し上げるとともに、西高峰頭首工が将来に亘りかんがい用水を安定供給し続けることを願い、報告を終わりたいと思います。

# 集水ボーリング及び水抜ボーリング洗浄工の施工事例について

渡部 輝夫\* 山田 直美\*\*  
(Teruo WATABE) (Naomi YAMADA)

## 目 次

1. はじめに	58
2. 調査概要	58

3. 施工	60
4. まとめ	64

### 1. はじめに

北神戸地区は兵庫県の六甲山北側に位置し、神戸市、三木市及び吉川町の2市1町にまたがる1,674haの地すべり地域について、平成5年度より直轄地すべり対策事業として、集水井工、水抜きボーリング工、杭打工などの地すべり対策工がなされてきたところである。平成15年度事業概成に

備え、これまで施工された集水井工の集水ボーリングや水抜きボーリング工における有孔パイプの目詰まり状況調査、そして対策として洗浄工を実施したので、その一連の施工概要、効果概要について報告する。

### 2. 調査概要

機能低下の確認にあたっては、平成13年度前半以前に完成した集水井75基、水抜きボーリング(VPφ40mm)69箇所において、孔口の目詰まり及び湧出状況の確認をしたところである。孔口目詰まりの確認方法は孔口の閉塞状況を目視すること5段階に区分することとした。



図-1 位置図

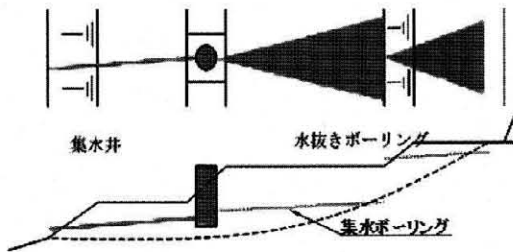


図-2 集水井・水抜ボーリング概念図

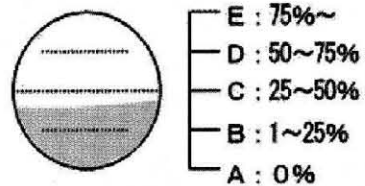


図-3 ランク図



写真-1 集水ボーリングの洗浄前状況写真(集水井内)

\*中国四国農政局 農村計画部事業計画課 農村整備第2係長  
(Tel. 086-224-4511)  
\*\*近畿農政局 淀川水系土地改良調査管理事務所 保全対策課 係員

表-1 孔口状況ランク表

区 域	孔 口 状 況 %						孔 口 状 況 孔						総計
	A	B	C	D	E	その他	A	B	C	D	E	その他	
市 原	21.3	64.7	6.1	3.6	1.2	3.0	70	213	20	12	4	10	329
市野瀬	4.1	54.8	8.2	2.7	1.4	28.8	3	40	6	2	1	21	73
北僧尾	0.0	64.2	1.9	1.9	0.0	32.1	0	34	1	1	0	17	53
北 畑	20.7	74.1	3.4	0.0	1.7	0.0	12	43	2	0	1	0	58
北水上	13.5	58.1	2.7	5.4	9.5	10.8	10	43	2	4	7	8	74
楠 原	32.9	57.9	1.3	0.0	0.0	7.9	25	44	1	0	0	6	76
小二谷	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0	0	0	0	0	3	3
下芝原	6.3	87.5	6.3	0.0	0.0	0.0	1	14	1	0	0	0	16
下 南	13.2	86.8	0.0	0.0	0.0	0.0	5	33	0	0	0	0	38
善 入	0.0	90.0	0.0	5.0	0.0	5.0	0	18	0	1	0	1	20
谷 口	30.8	38.5	0.0	0.0	0.0	30.8	4	5	0	0	0	4	13
豊 岡	6.7	87.4	4.2	1.7	0.0	0.0	8	104	5	2	0	0	119
豊岡北	0.9	93.5	3.5	0.9	1.3	0.0	2	215	8	2	3	0	230
西 荘	17.5	67.5	2.5	0.0	0.0	12.5	7	27	1	0	0	5	40
西 畑	3.8	37.7	7.5	5.7	45.3	0.0	2	20	4	3	24	0	53
原 坂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0	0	0	0	0	9	9
東 田	0.0	74.6	9.9	7.0	2.8	5.6	0	53	7	5	2	4	71
東 畑	41.8	49.1	5.5	3.6	0.0	0.0	23	27	3	2	0	0	55
毘沙門	8.2	61.8	10.9	4.5	3.6	10.9	9	68	12	5	4	12	110
別 所	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	13	0	0	0	0	13
南水上	7.8	75.8	11.1	3.3	2.0	0.0	12	116	17	5	3	0	153
湯 谷	0.0	38.5	0.0	0.0	0.0	61.5	0	5	0	0	0	8	13
藤 原	3.3	65.6	0.0	0.0	3.3	27.9	2	40	0	0	2	17	61
蓮花寺	3.6	92.9	3.6	0.0	0.0	0.0	1	26	1	0	0	0	28
総 計	11.5	70.3	5.3	2.6	3.0	7.3	196	1201	91	44	51	125	1708

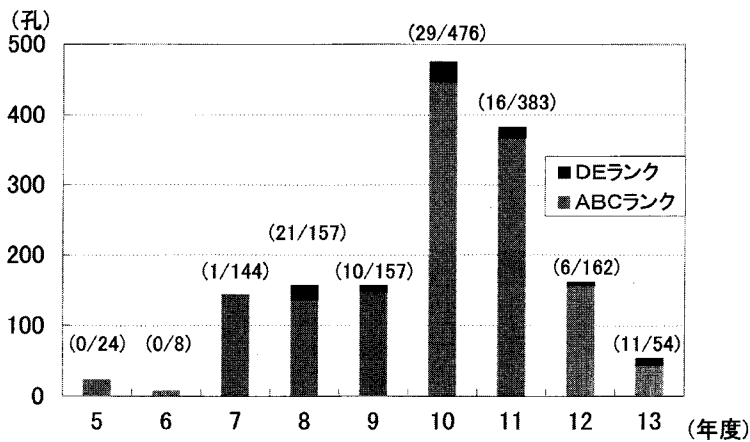


図-4 施工年度別閉塞状況

調査の結果、全体の1,708本のうち5.6%の95本が孔口の半分以上（D，Eランク）閉塞していることが確認されたところである。

また、閉塞率の半分以上5.6%を施工年度別に分類すると次図のようになる。

上図から、閉塞状況は単純に施工年度からの経年変化だけではないと考えられる。

また、施工年度ごとに対策した地区が偏っていることから、施工地区ごとの地質条件などに起因していることも考えられる。

孔口の閉塞物は赤褐色（赤サビ色）のものが多く見られ、閉塞の状況は孔口付近のみの付着で閉塞物を除去すると孔内は良好な状態であった。

このことから、赤褐色閉塞物の形成には鉄細菌が関与していると考えられるが、鉄細菌が好む環境等は現在の研究では明らかでないため、どのような環境条件のためこのような閉塞物が形成されるかは不明である。

孔口からの湧出状況を測定し、洗浄前後で変化があるのか比較をすることにしていく。

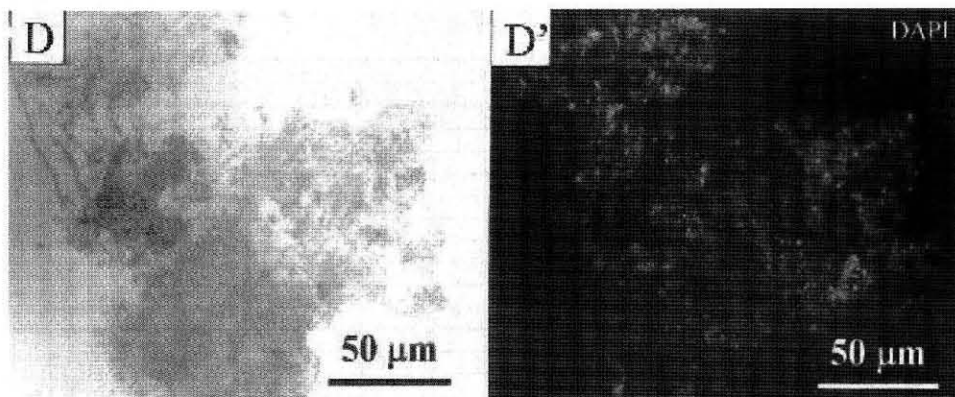


写真-2 赤褐色閉塞物の顕微鏡写真

左側：水酸化鉄の粒子と鉄細菌(*Gallionella ferruginea*)の代謝産物が確認された閉塞物。

右側：DAPI染色を施し紫外線照射による蛍光下では発光が確認された閉塞物。これは現在も細菌が生きていると考えられる。

### 3. 施工

#### 1. 洗浄範囲

前述した5段階に分類した孔口の閉塞状況のD, Eランクと, D, EランクのあるCランクについて洗浄を行うこととした。また, ボアホールカメラにて孔内を観察したA, Bランクについても効果検証のため洗浄を行うこととした。

#### 2. 施工方法

ボーリングの洗浄を実施するに当たり, 明確な施工基準がないため文献などを参考に聞き取り等を行い, 以下のように施工基準を定めた。

- ・集水井内にガスの発生及び酸素欠乏が予想さ

れるため, 毎日の作業開始前に必ず探知機により調査のうえ作業に取りかかる。

- ・洗浄は, 洗浄用高圧ポンプにより行い, 洗浄前後の孔口の閉塞状況及び孔口からの湧出量測定を行う。
- ・洗浄水は概ね30K/min, 洗浄圧力は500N/cm<sup>2</sup>までとし, 洗浄中は常時地表面を確認し, 洗浄については3回行う。
- ・孔内に残留物がどれだけあるのかを把握するために, 洗浄時の洗浄水のバック水をバケツ等で受けながら残留物を採取した後, 残留物の測定を行う。

以下に洗浄工の施工フローを示している。

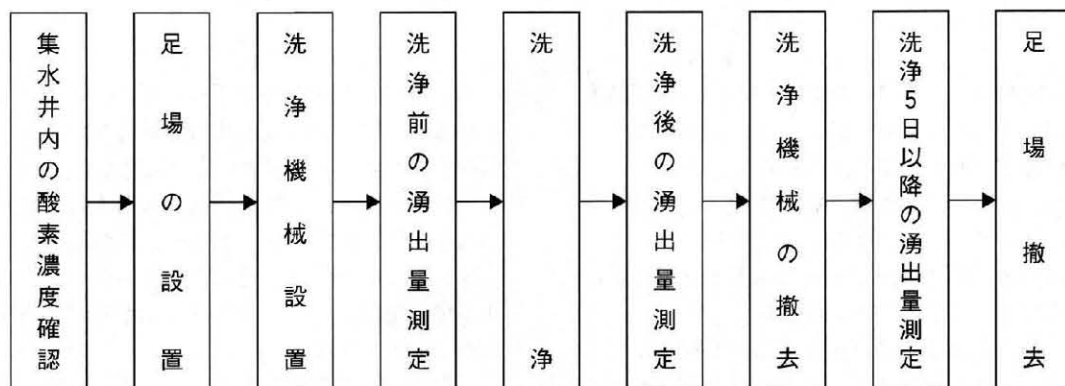


図-5 施工フロー

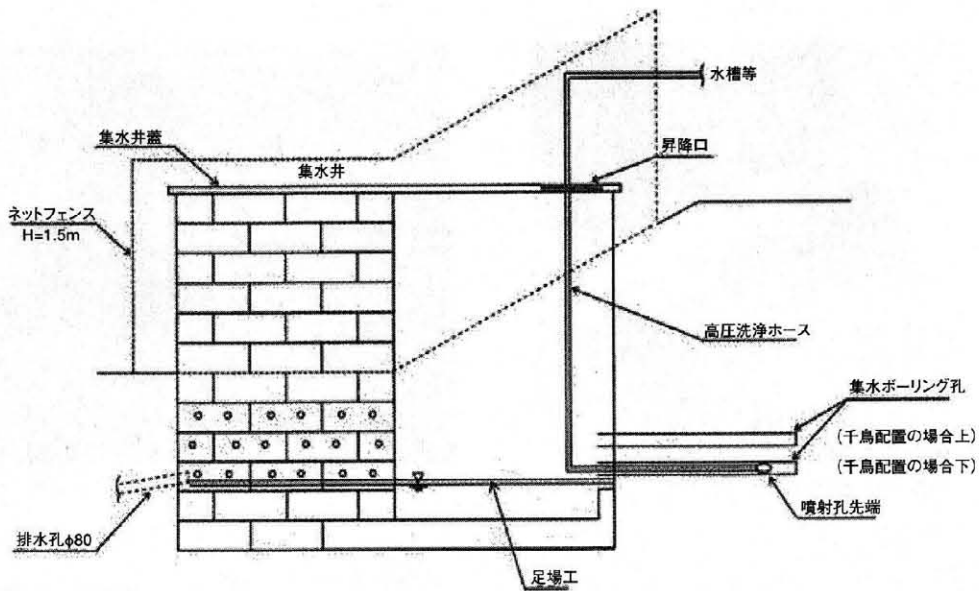


図-6 施工概念図

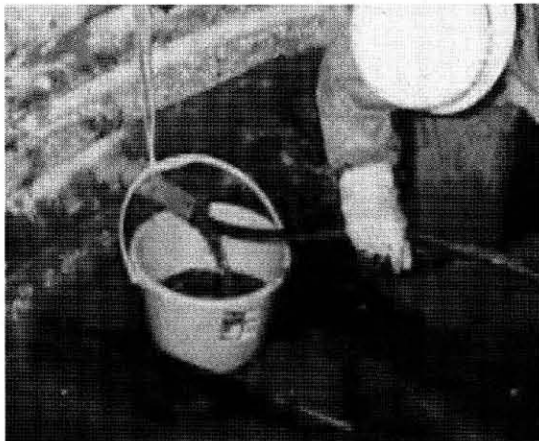


写真-3 洗浄状況

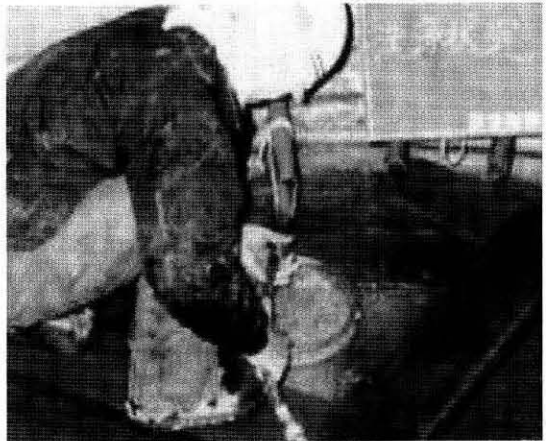


写真-4 洗浄状況

洗浄を行うノズルには「先進型」と「パラソル型」の2種類があり、それぞれ洗浄水の噴射状況が異なる。

先進型は噴射により自走力があり、ストレーナー管内を洗浄し、パラソル型はノズル全周から噴射するため確実にストレーナー部を洗浄できる。

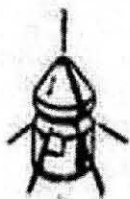


図-7 先進型



図-8 パラソル型



今回使用した洗浄ノズルである。



写真-5 洗浄ノズル「先進型」

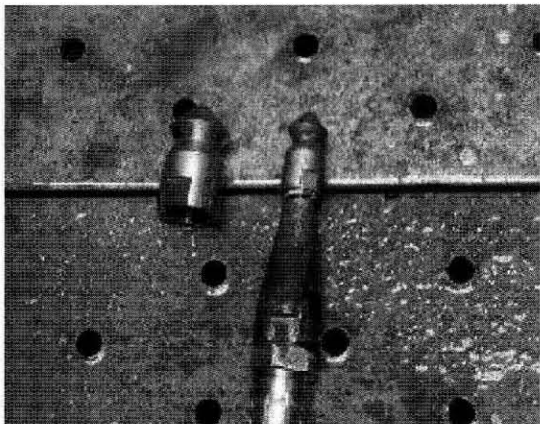


写真-6 洗浄ノズル「パラソル型」

### 3. 施工管理

施工管理は目視・残留物量測定・洗浄延長検尺の3項目について行っている。目視では孔口付近しか確認できないが、洗浄後の効果は十分あるといえる。

残留物測定では、作業中に孔口から出てきた洗浄水を受け止め、中の残留物量を測定する。残留物量を孔口状況（ランク）別にするると図-9のようになる。（洗浄延長10m当り）

ランク別の孔数の多少もあるが、残留物の量ではバラツキが多く、明瞭な傾向はみられないといえる。また、残留物のサンプルを確認すると先端部や中間部での残留物は砂状のレキが確認される（写真-7参照）。これは孔内洗浄時の水圧で有孔管周辺の土砂を巻き込んできていると思われる。

今回の集水・水抜ボーリング孔の洗浄は北神戸

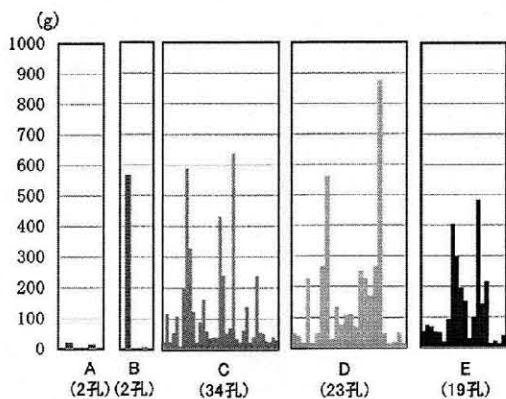


図-9 ランク別残留物流

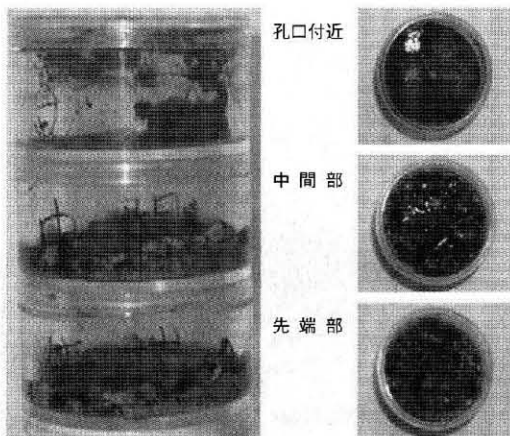


写真-7 残留物

地区では初めての試みであり、孔内部を把握するために、ボアホールカメラにより孔内のカメラ撮影を行った。洗浄前後の比較写真は以下の通りである。

残留物のサンプルやボアホールカメラによるカメラ撮影結果から機能低下となるような残留物は孔口付近にのみ堆積していると推察され、孔の先端・中間部にはそれほど堆積は無いのではないかと推察される。

洗浄後の写真より、孔内の残留物が堆積していないことから、残留物の除去に関しての効果はカメラ撮影の結果から確認できる。

洗浄後の検尺では、洗浄後において、ストレーナー管が閉塞していないか確認するためのものである。

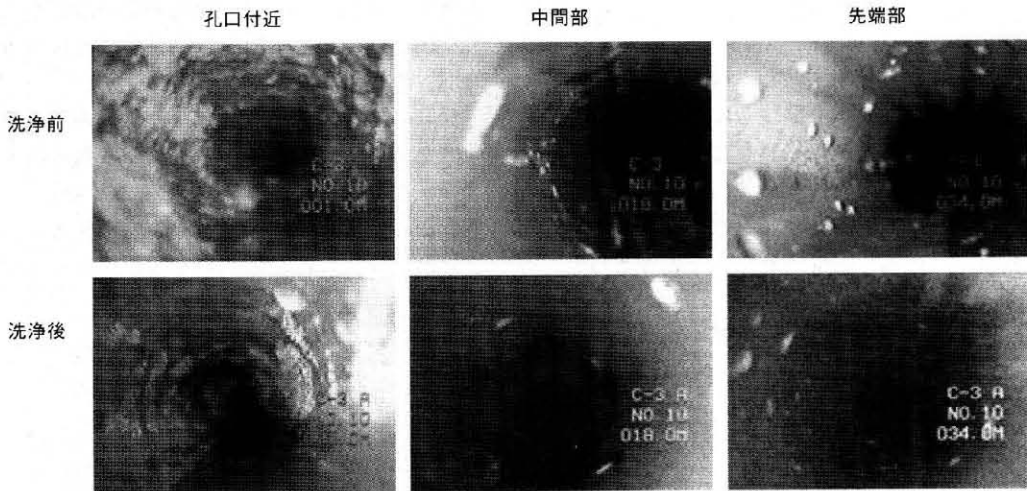


写真-8 洗浄前後の残留物の比較

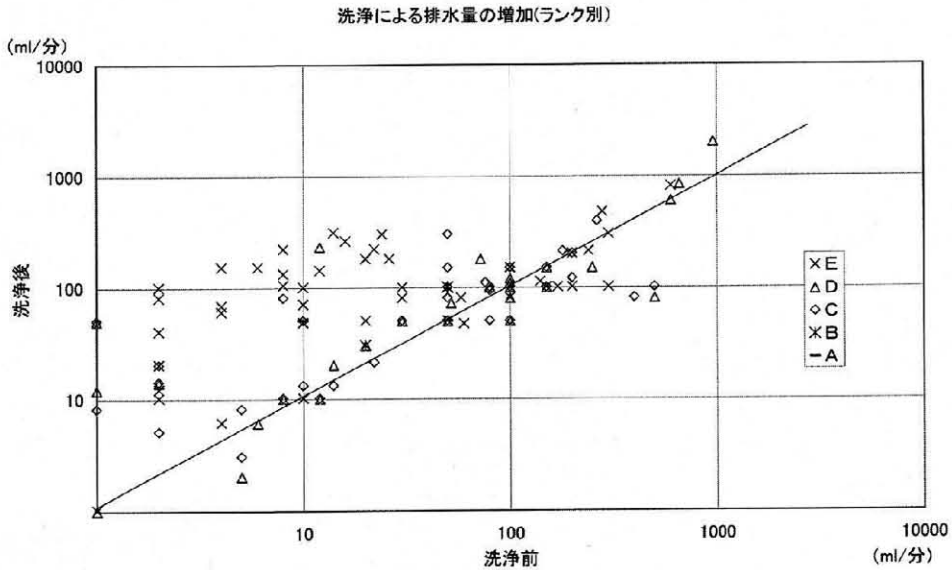


図-10 洗浄前後の湧出量の比較

#### 4. 効果確認

施工管理で実施した残留物量の確認、洗浄前後に実施した孔内のカメラ撮影の結果から孔内洗浄の効果を考察した。

また、効果確認のために湧出量の測定を行うこととした。湧出量は降雨の影響を受ける可能性があるため、極力同じような気象条件下で行うことが望ましく、晴天の日が数日間継続した日とし、洗浄前後と洗浄後5日目に測定することとした。

洗浄前後の湧出量の変化を孔口状況（ランク）別にすると次のようになる。

図-10よりEランクの孔で洗浄後において、湧出量の増加が見られる。Eランク以外の孔は多少の増減が見られるが、洗浄前とそれほどの変化は見られない。Eランクは口を塞いでいた残留物が無くなり、ある程度孔内洗浄の効果があったと思われる。

#### 4. まとめ

これらの結果から推察すると、機能低下となる目詰まりは孔口付近のみで発生しており、孔内で閉塞していることはカメラ撮影などから考えにくいといえる。また、洗浄前後の湧出量や残留物からみると、孔内のストレーナー（水抜き孔）の目詰まりもなく、排水状況は良好であると考えられる。

北神戸地区全体からみると、閉塞率が半分以上

の割合も5.6%と小さく、周辺の家屋などへの影響もないことから、本地区では目詰まりによる機能低下への心配は少ないと考えられる。

今回の洗浄工をするにあたり、他の施工事例を調べたところ集水ボーリング及び水抜きボーリングの洗浄事例がわずかしかないことから、今回、調査から施工・効果確認までの内容をまとめてみました。今後の他地区への参考事例となれば幸いです。

## 自然水質浄化機能を活用した浄化実験について

三 浦 隆 雄\* 引 地 清 三\* 本 間 俊\*

(Takao MIURA)

(Seizo HIKICHI)

(Shun HONMA)

### 目 次

1. はじめに	65	5. 実験結果と考察	66
2. 実験施設の概要（自然水質浄化施設）	65	6. 自然生態系浄化施設と生態系	68
3. 実験方法	65	7. 希少生物とビオトープ施設の可能性	68
4. 実験期間中の平均水質と浄化効果	65	8. おわりに	69

### 1. はじめに

近年の環境問題に対する関心の高まりの中で、農村地域における水環境の保全及び改善を図ることが重要な課題となっている。このため環境に配慮し、かつ経済的で多様な機能を併せ持つ水質浄化施設が今求められている。自然水質浄化機能活用実験事業は、農業集落排水事業の污水处理施設から排出される処理水を、池、水路及び植物等の持つ水質浄化機能を活用することにより、さらにきれいな水として排水するための実験事業である。

また、これらの施設は効率的な水質改善が実現できるとともに、周辺地域と調和した景観の形成、失われつつある水辺の希少生物の保護やビオトープの創出、親水機能の発揮といった多様な効果も期待できる。

### 2. 実験施設の概要（自然水質浄化施設）

実験施設はため池とゼオライト水路の二つからなり、43.3×18.4mの敷地内に33.8×9.6mのゴム製の遮水シート張り池を造り、その中に内池2箇所（110m<sup>2</sup>）とそれを取り囲む形で外池（161m<sup>2</sup>）を配置した。また、内池には0.5m、外池には0.7mの厚さで川砂を敷き境界には木柵を使用した。浄化植物としては、内池にハスとホテイアオイ、外池はアサザを導入し、内、外池水深をそれぞれ0.4、0.2mとなるよう放流水路の高さを調整した。

ゼオライト水路はU字溝500型（内空0.5m×0.6m）にゼオライトを敷き詰めた水路で、池の南側に動水勾配1/200、延長50.2mで設置し、末端は放流水路に接続した。以下図-1自然水質浄化施設平面図のとおり。

### 3. 実験方法

JARUSX I型処理場と実験施設を定量ポンプ配管で接続し、流入、流出量を自記記録計により測定している。また、水質測定は、BOD、T-N、T-P等を流入、流出ごとに1週間おきに測定した。ゼオライト水路は植物の枯れる冬季間のみ通水し、上流よりほぼ5m置きに採水ピットを設けて、水質測定を実施した。

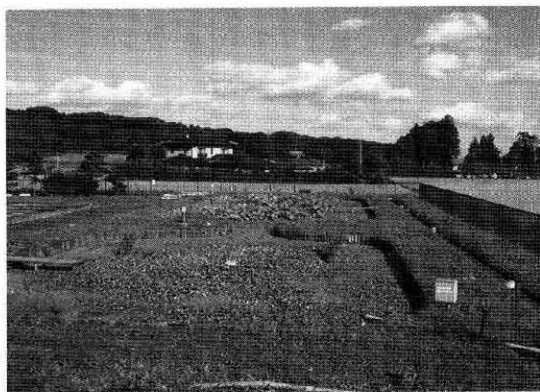


写真-1 実験施設全景

### 4. 実験期間中の平均水質と浄化効果

実験では、ため池及びゼオライト水路において、2000年9月～2003年3月まで（但し事業委託契約時

\*福島県南農林事務所農村整備部農地計画グループ (Tel. 0248-23-1584)  
\*福島県会津南部ほ場整備事務所 (Tel. 0242-56-3990)  
\*福島県会津農林事務所企画部地域農林企画室 (Tel. 0242-29-5369)

の欠測期間を除く) データの収集を行った。

実験期間中の水質の推移については、特に生物の関与する窒素とリンで図-2, 3でのような結果となった。ため池へのT-N流入濃度は0.4~12.0mg/l, ゼオライト水路への流入濃度は、1.3~23.0 mg/lという良好な値で推移した。又、ため池からの流出水窒素濃度は0.4~7.0mg/l, ゼオライト水路1.0~24.0mg/l, であった。同様にT-Pについても極めて低い濃度で推移しているが、窒素、リンとも流入濃度が低いこともあり、除去率に関して一部マイナスが生じている。

T-N除去率は、図-4のように池で月平均最大70.6% (但し期間平均39.6%), ゼオライト水路で月平均最大36.7% (期間平均17.2%) の浄化効果が認められた。また、ため池のリン除去率は図-5のとおり月平均最大60.1% (期間平均33.4%) で、ゼオライト水路は月平均最大7.7% (期間平均2.4%) という結果を得た。

## 5. 実験結果と考察

本実験では、ため池、ゼオライト水路とも水質浄化能力に影響を及ぼす要因として水温、滞留時間、流入水質に着目し、2000年9月~2003年3月までのデータについて散布図を作成し、相関関係を求めることにより評価を行った。

ため池の水温と除去速度との関係については、特に相関関係を認めることが出来なかった。滞留時間についてもまた同様の結果となった。しかし流入水質と除去速度の間には相関関係が認められ、T-Nについて報告資料の結果<sup>1)</sup>と同様、比較

的高い相関係数が得られた。具体的に流入負荷とT-N除去速度との関係を整理すると図-6のとおり $r=0.93$ の相関係数が得られている。ここで、除去速度にマイナス域が生じているが、この傾向は図-7のようにBOD除去速度と流入負荷量についても生じている。これは処理施設本体からの排出水の濃度が表-1のとおり非常に低く推移しているため、ため池の生態系の代謝によるわずかな汚濁物質が影響していると考えられる。

ゼオライト水路については、冬季期間のみの実験でもあり、T-N, T-Pとも除去率は低かったが、特にT-Nについては流入水の窒素形態がNOX-N優勢であり、ゼオライト本来のNH<sub>4</sub>-N吸着効果が充分発揮されなかったこと<sup>1)2)</sup>が大きいと思われる。

BOD除去速度においては、水温、滞留時間とも特に相関関係が認められなかった。しかし流入負荷量との関係では図-8のように $r=0.93$ の相関が認められた。また、ため池と比較して除去速度にマイナス域が生じなかったのは、冬期でもあり水路内での生態系の関与がほとんどないためと考えられる。

本地区の集落排水施設は高い処理能力を発揮しており、これに自然水質浄化施設を組み合わせることで、高度処理並みの処理水質が得られている。しかし、このような施設の実用化にあたっては、低負荷時における生態系による汚濁の増加に対応するため、水質に応じて流入を切り替えられる仕組みを用意するなどの、システムとしての一層の安定化を図ることが必要と考えられる。

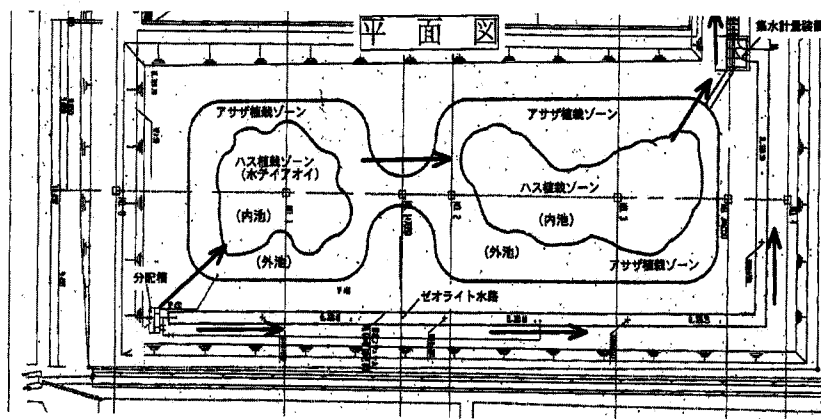


図-1 自然水質浄化施設

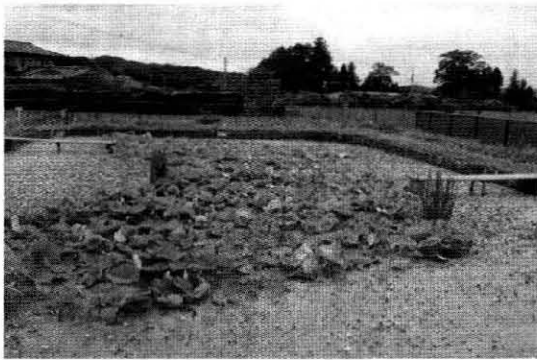


写真-2 実験用ため池植栽 (ハス)

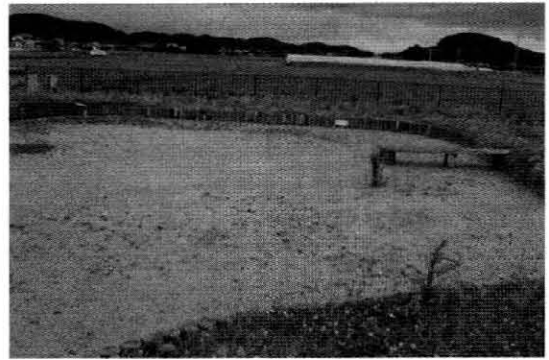


写真-3 実験用ため池植栽 (アサザ)

表-1 ため池及びゼオライト水路の平均水質

水質項目	試験区	(mg/L)										全平均	
		H12		H13			H14			H15			
		9月	10月~12月	1月~3月	6月	7月~9月	10月~12月	1月~3月	6月	7月~9月	10月~12月	1月~3月	
T-N	ため池流入	4.13	3.80	—	0.88	2.54	3.26	—	7.27	2.00	3.63	—	3.26
	ため池流出	1.02	2.10	—	0.86	0.91	0.85	—	3.47	0.78	1.19	—	1.26
T-P	ため池流入	2.20	1.91	—	1.40	1.55	1.90	—	1.77	1.39	1.50	—	1.70
	ため池流出	1.11	1.42	—	0.19	0.49	1.06	—	0.61	0.78	1.20	—	0.90
BOD	ため池流入	8.20	2.71	—	2.30	1.97	2.58	—	24.0	2.69	3.37	—	4.33
	ため池流出	2.45	1.88	—	2.60	4.37	2.20	—	3.50	2.05	1.17	—	2.67
水質項目	試験区	H12		H13			H14			H15		全平均	
		9月	12月	1月~3月	6月	7月~9月	12月	1月~3月	6月	7月~9月	10月~12月		1月~3月
T-N	ゼオライト水路流入	—	3.65	3.83	—	—	3.80	2.60	—	—	2.40	13.73	4.97
	ゼオライト水路流出	—	2.95	2.77	—	—	3.30	2.06	—	—	1.50	11.12	4.74
T-P	ゼオライト水路流入	—	1.90	1.65	—	—	1.85	1.58	—	—	1.90	1.95	1.73
	ゼオライト水路流出	—	1.75	1.42	—	—	1.75	1.58	—	—	1.70	1.70	1.60
BOD	ゼオライト水路流入	—	1.50	1.77	—	—	2.00	2.04	—	—	2.80	—	1.96
	ゼオライト水路流出	—	0.85	0.85	—	—	1.20	0.86	—	—	0.65	5.22	2.00

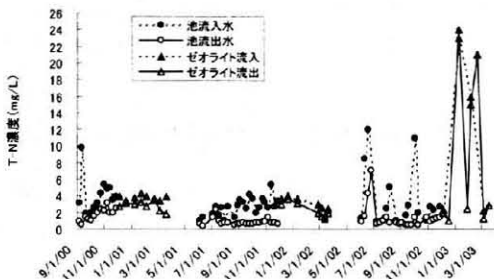


図-2 T-N平均濃度の推移

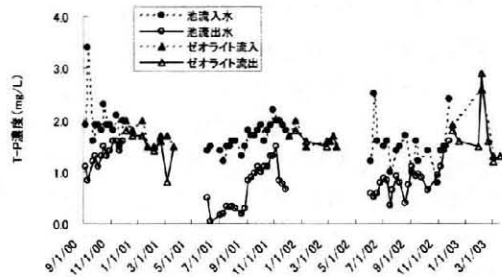


図-3 T-P濃度の推移

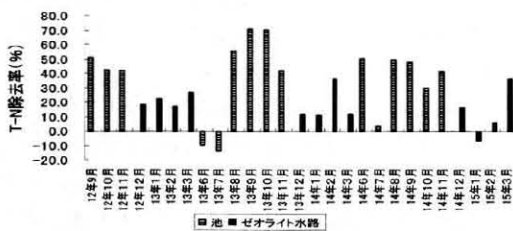


図-4 T-N平均除去率

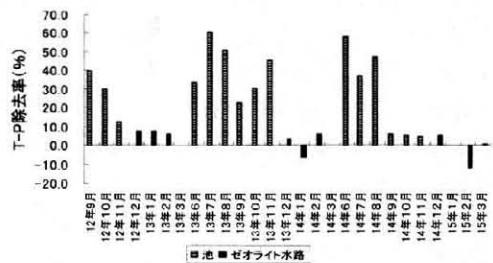


図-5 T-P平均除去率

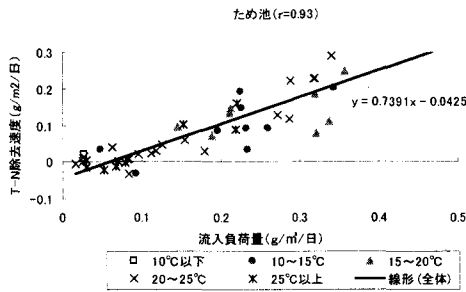


図-6 ため池における流入負荷量とT-N去速度との関係

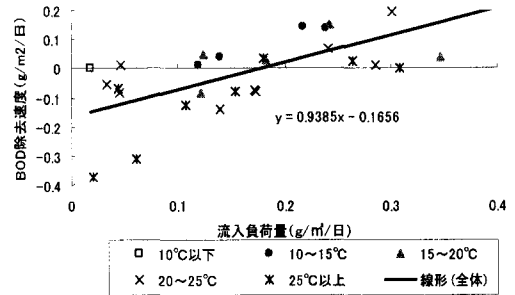


図-7 ため池における流入負荷量とBOD去速度との関係

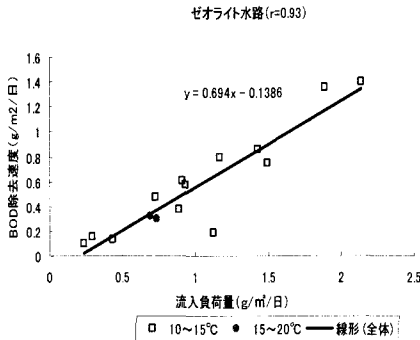


図-8 ゼオライト水路における流入負荷量とBOD除去速度との関係

験施設のBOD水質が、生物相のうえからも裏付けられた。

水生植物については、表-2に示すとおり、植栽分も含めると、6科6属8種（うち植栽3科3属3種）におよび、植栽以外にも多くの侵入種があったが、このことは本施設が生物を呼び込む「ビオトープ」としての機能を発揮していることを示している。

数値的分析はできないものの、これらの水生生物等は食物連鎖を通じて、体内に窒素やリン等を取り込み、また羽化や移動をすることで、それらを系外へ運び出すことにより、水質の自然浄化に参与していると考えられる。しかしながら、特に5.で示したように、流入水質が低負荷になると施設の浄化能力が減少し、同時にこれらの生物の代謝が、結果として若干の水質低下を招いているものと思われる。

## 6. 自然生態系浄化施設と生態系

本実験施設は、常に外部環境に対して開放状態にあり、そこに自然の生態系が形成されるよう図られている。特にため池には多くの動植物が侵入、飛来をし、生息をするものも現れているが、今回はそれらの水生動植物等について観察記録を整理した。その結果を表-2, 3に示す。

観察できた動物について、分類を行うと、脊索動物門（爬虫綱、両生綱）2目・7種、節足動物門（昆虫綱）3目・17種、但し、カゲロウ目、ハエ目については存在を確認したものの「種類」の同定にいたらず割愛せざるを得なかった。また、環形動物門は2目・2種、さらに軟体動物門2目・2種となった。今回は実験実施上の事情により個体数の把握ができず、定量的分析ができなかったが、観察記録上の種の数だけでも、予想外の多様性が確認できた。

特に水生動物については、c-7, c-12, d-2, e-1が環境基準上のBOD水質階級（a-中腐水性）<sup>3)</sup>を表す指標生物に含まれている。このことから本実

## 7. 希少生物とビオトープ施設の可能性

今回、実験ため池内の生物観察を進めるなかで動物では、b-4, b-6, c-8, c-15, 計4種。また、植物ではa-1（但し植栽）、a-6がレッドデータブック、全国及び福島県カテゴリーに分類されている「希少生物」であることが判明した。これらの動植物が本実験施設にも出現していることは、周辺地域で失われゆく「自然の水辺環境」が、実験施設内で再現されていることを示しており、希少生物たちはそれを象徴するものといえる。

本施設は汚水処理水の浄化という機能ばかりではなく、「周辺環境と調和した水辺景観の形成」、「ビオトープの創出」、また「希少生物の保護」という、従来の「親水施設」ないしは「アメニティ施設」を超えた多様な機能を持つ可能性があり、ビオトープ施設としての利用も期待される。



表一 水生植物調査結果

自然水質浄化機能活用実験事業久田野地区							
整理番号	科	属	学名	和名	日本版レッドデータブック (全国カテゴリ)	福島県版レッドデータブック (福島県カテゴリ)	生息形態
a-1	ミツガシワ	アサザ	<i>Nymphaoides peltata</i>	アサザ	絶滅危惧Ⅱ類(VU)	絶滅危惧Ⅱ類	植栽
a-2	ミスアオイ	ホテイアオイ	<i>Eichhornia crassipes</i>	ホテイアオイ			植栽
a-3			<i>Menochoria vaginalis</i>	コナギ			侵入
a-4	ハス	ハス	<i>Nelumbo pucifera</i>	ハス			植栽
a-5	ウキクサ	アオウキクサ	<i>Lemma aoukikusa</i>	アオウキクサ			侵入
a-6	アカウキクサ	アカウキクサ	<i>Azolla japonica</i>	オオアカウキクサ	絶滅危惧Ⅱ類(VU)	絶滅危惧Ⅰ類	侵入
a-7	カヤツリグサ	ハイリ	<i>Scirpus triquetus</i>	サンカイ			侵入
a-8			<i>Schoenoplectus vulfidus</i>	フトイ			侵入

※植栽については、人工的に移植したものを示す。  
 ※侵入については、自然状態での出現を示す。  
 出典：水生植物種の同定関係 4)、6)  
 希少植物種の同定関係 7)、8)

表一 水生動物等調査結果表

自然水質浄化機能活用実験事業久田野地区														
整理番号	動物門	綱	目	科	学名	和名	日本版レッドデータブック (全国カテゴリ)	福島県版レッドデータブック (福島県カテゴリ)	生息形態					
b-1	腎索	爬虫	トカゲ	ナミヘビ	<i>Eliophis climacophora</i>	アオダイショウ			侵入					
b-2					<i>Rhacodyphis tigrinus</i>	ヤマカガシ			侵入					
b-3					両生	カエル	ヒキガエル	<i>Bufo japonicus formosus</i>	アズマヒキガエル			侵入		
b-4								<i>Rana porosa porosa</i>	トウキョウダルマガエル			未評価		
b-5								<i>Rana sp.</i>	アカガエル sp.			侵入		
b-6								<i>Rana rugosa</i>	ツチガエル			準絶滅危惧種		
b-7								<i>Rana amagae</i>	アマガエル			侵入		
c-1	節足	昆虫	トンボ	トンボ	<i>Orthotrum albistrum speciosum</i>	シオカラトンボ			生息					
c-2					<i>Sympetrum freuensis</i>	アキアカネ			生息					
c-3					<i>Sympetrum darwinianum</i>	ナツアカネ			飛来					
c-4					ヤンマ	<i>Anax parthenope julius</i>	ギンヤンマ			飛来				
c-5					イトトンボ	<i>Cercion hieroglyphicum</i>	セズジイトトンボ			飛来				
c-6					アオイイトトンボ	<i>Cercion sieboldii</i>	アオイイトトンボ			飛来				
c-7					カメムシ	ミズムシ	ミズムシ	<i>Sigara substriata</i>	コムズムシ			飛来		
c-8								<i>Diplonychus japonicus</i>	コオイムシ	準絶滅危惧種(NT)		注意		
c-9								<i>Diplonychus mayor</i>	オオコオイムシ			飛来		
c-10								マツモムシ	<i>Natonecia tragulata</i>	マツモムシ			飛来	
c-11								アメンボ	<i>Gerris paludum paludum japonicus</i>	アメンボ			飛来	
c-12								タイコウチ	<i>Laccotrephes japonensis</i>	タイコウチ			飛来	
c-13									<i>Ranatra chinensis</i>	ミズカマキリ			飛来	
c-14								コウチュウ	ミスマシ	<i>Gyrinus japonicus</i>	ミスマシ			飛来
c-15									ゲンゴロウ	<i>Cybister japonicus</i>	ゲンゴロウ	準絶滅危惧種(NT)		注意
c-16										<i>Hydaticus bowringi</i>	シマゲンゴロウ			飛来
c-17			ガムシ	<i>Hydrophilus acuminatus</i>	ガムシ			飛来						
d-1	環形	貧毛	ナガミズ	イトミズ	<i>Branchinella sowerbii</i>	エラミズ			生息					
d-2		鱗	ヒル	インビル	<i>Erythrella lineata</i>	シマインビル			侵入					
e-1	軟体	ニナ	タニシ	タニシ	<i>Cipangopaludina chinensis leota</i>	マルタニシ			侵入					
e-2					モノアラガイ	サカマキガイ	<i>Physa acuta</i>	サカマキガイ			生息			

※カゲロウ目、ハエ目については、その存在は確認できたが「種類」を同定できなかったため割愛した。  
 ※侵入・飛来については、自然状態での出現を示す。  
 ※生息は水中において産卵又は幼生、羽化が確認できたものを指す。  
 出典：水生動物の種の同定関係 4)、5)  
 希少生物種の同定関係 7)、8)

8. おわりに

今回は最終取りまとめを控えた「中間段階」での報告となりましたが、以上の実験結果を踏まえ、植物を主体とした浄化機能の検証をさらに進めるとともに、植物バイオマスの測定、施設のランニングコスト（維持管理コスト）の分析について、引き続き実験、検証及び解析を進めていきたいと考えております。

最後に、本実験についてご指導、助言をいただきました農林水産省本省、東北農政局、地域資源技術循環センター、ご協力を頂いた福島県土地改良事業団体連合会関係者の皆様、また、個人的に御助力をいただいた方々に対しまして、記して感謝を申し上げます。



写真一 アサザ  
 絶滅危惧Ⅱ類 (VU)  
 (全国カテゴリ)  
 絶滅危惧Ⅱ類  
 (福島県カテゴリ)

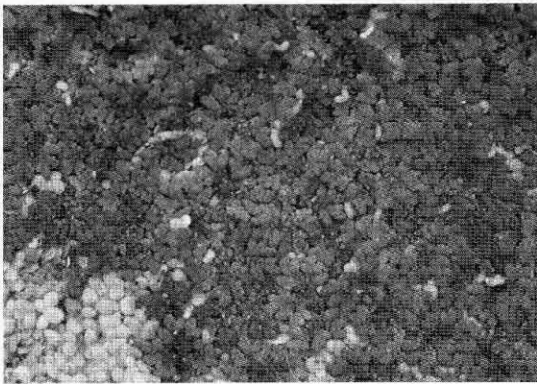


写真-5 オオアカウキクサ  
絶滅危惧Ⅱ類 (VU)  
(全国カテゴリー)  
絶滅危惧Ⅰ類  
(福島県カテゴリー)

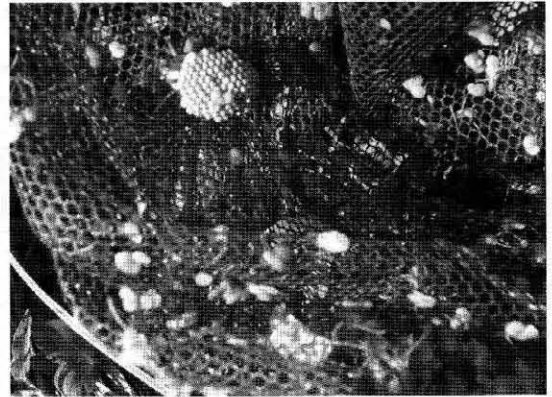


写真-6 コオイムシ  
準絶滅危惧種 (NT)  
(全国カテゴリー)  
注意  
(福島県カテゴリー)



写真-7 トウキョウダルマガエル  
未評価  
(福島県カテゴリー)

#### 【引用文献】

- 1) 日本農業集落排水協会, 平成13年度生態系活用型処理施設研究会久田野地区報告資料(2002) P.9-13
- 2) 日本農業集落排水協会, 平成14年度生態系活用型処理施設研究会久田野地区中間報告資料(2002) P.6
- 3) 国土交通省都市・地域整備局下水道部, (財)下水道新技術推進機構, 生態系にやさしい下水道の促進に向けた手引き書(2002)
- 4) 財リバーフロント整備センター編集, (株)平分社, 川の生物事典(1996)
- 5) 谷造三著, トンボ出版社, 水性昆虫の観察(1995)
- 6) 角田康郎著, (株)文一出版社, 日本水草図鑑(1999)
- 7) 環境省編集発行, 日本レッドデータブック(2003)
- 8) 福島県生活環境部環境共生領域自然保護グループ編集発行, レッドデータブックふくしまⅠ, Ⅱ(2003)

# 大谷地区の生態系保全工法の紹介

奥村 義行\*  
(Yoshiyuki OKUMURA)

## 目 次

1. 大谷地区ほ場整備の概要……………71	4. 生態系保全に関する地域の取り組み……………77
2. 生態系保全工法の紹介……………71	5. 生態系保全工法の評価と課題……………77
3. 生態系保全工法 ……………74	

### 1. 大谷地区ほ場整備の概要

本地区の鳥取県岩美郡岩美町は鳥取県北東部に位置(図1)し、北は日本海に面し、東は兵庫県に隣接する人口14,000人の農村地帯である。海岸部は山陰海岸国立公園に指定されていて、本町の浦富海岸は、日本海の荒波と風雪によって浸食された断崖絶壁の荒々しい景観、澄み切った海水、白砂青松の穏やかな渚を有し、山陰の松島と称される風光明媚な所である。本地区は海岸部から1km程離れた標高0.6m前後の低湿地帯で、排水不良による湛水被害をたびたび被り、生産者の高齢化による農業生産意欲の減退が懸念される状況の中で、生産基盤条件の改善による農業の活性化を目指してほ場整備に着手した。

本地区の現況は、低湿地帯で地下水位が高く、水路は用排兼用の土水路で、農道は狭小であり、効率的な農業の出来る状況ではなかった。計画では、低湿地帯を解消するため地区全体を地上げし、用水路は効率的な水管理をするためにパイプライン方式とし、農道もすれ違いが十分可能な全幅5.0m道路とした。

地上げについては、他の公共事業で発生する残土約30万m<sup>3</sup>を受け入れ、地盤高を1.0m程度に高上げた。区画形状は、整備前は10a程度のほ場が大半でしたが、3haのほ区は均平区とし、耕区面積も1ha以上の大区画ほ場が60%以上となる計画とした。用排分離とした用水路は幹線排水路から取水し、ポンプ圧送によるパイプライン方式とした。排水路は動植物の生育環境を考慮した生態

系保全工法を採用することにした。以上の計画により県営ほ場整備(担い手育成型)として受益面積68.8ha、総事業費約20億円、工期平成12年度～18年度の事業としてスタートした。

### 2. 生態系保全工法の紹介

#### 1. 生態系保全を実施した背景

鳥取県は環境先進県を目指し、県庁では2000年環境に関する国際規格のISO14001を認証取得し、再生可能な循環型社会の構築のため各種施策を実施している。水田地帯はこの環境に依存する各種動植物の生存空間であり、農産物の生産現場であると同時に生物の生態系保全にとって重要な空間である。このような事から、ほ場整備の実施に当たっては、在来する動植物を保全する対策を考慮する必要がある。

鳥取県東部は岡野貞一(鳥取市出身)田村虎蔵(岩美町出身)という2人の著名な童謡唱歌の作曲家が少年期を過ごし、「ふるさと」を代表とする

鳥取県全図

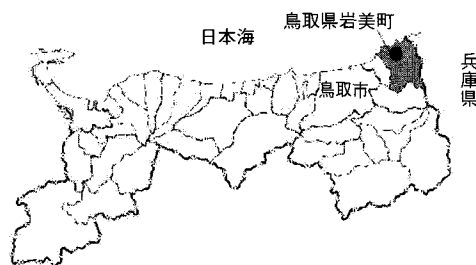


図-1 大谷地区位置図

\*鳥取県鳥取地方農林振興局地域整備課 (Tel. 0857-20-3571)



ほ場整備前の生態環境 (1)  
新川 (旧幹線用水路)



ほ場整備前の生態環境 (2)  
旧土水路 (用排兼用水路)

数多くの作品を生み出す自然豊かな気候風土の土地柄である。その中で本地区は明治から大正初期にかけて1反区画で整備されていたが、水路は用排兼用の土水路で、水田地帯に生息する動植物にとっては最適な環境を現在まで保持している数少ない地域である。この地域をほ場整備するにあたっては、地元長老からメダカ等の絶滅を危惧する声があり、関係者の総意で生態系の保全を考慮した整備を実施することになった。

しかし、本地区は担い手による合理的な土地利用型農業を実施するため、転作対応できるように土地の地上げによる乾田化、用排分離による水路のパイプライン化及び大区画化による畦畔部分の減少等現況を大きく改変することになり、水性動植物の生息環境を狭める結果となる。こうした状況の中で生態系保全のためにどうすれば良いかというのが課題であった。

## 2. モニタリング調査

本地区は平成13年度に生態系保全型水田整備推進事業の採択を受け、生態系保全型水田整備推進事業検討委員会を組織して、地区の生態系について調査、検討を続けている。委員会は、行政（県、町）、農家代表、地元代表の他、昆虫類、植物類、魚介類、鳥類、魚類、及び全般の専門知識を有する学識経験者6名をメンバーとして、年数回検討委員会を開催し意見交換を行っている。その中で、現地においてモニタリング調査を実施し、本地区における動植物の生息状況を把握し、この地区での生態系保全はどうあるべきかを話あっている。

モニタリング調査から生態系保全工法の決定までの手順は次のとおりである。

### ①事前調査

#### ○文献調査

当該水系の魚介類、注目すべき種について、公表されている論文や基礎調査等により分布状況を把握する。

#### ○聞き取り調査

当該水系の魚介類相、分布状況に詳しい人に聞き取り調査し、状況を把握する。

### ②現地調査

#### ○生息基盤調査

事業計画地の水田生態系を構成する生物群の生息状況の把握を目的に、水系ネットワーク及び生息基盤（水路規模、低質、流速等）の概況調査をする。

#### ○生息現地調査

生息基盤調査を基に水路規模、形状、水路の位置づけ等の観点から調査位置を選定し捕獲調査をする。（表1）

### ③保全対象種の選定

#### ○保全対象種の選定基準

- a) 現地で確認された種のうち、表2の選定基準による注目すべき種。
- b) 表の選定基準による注目すべき種ではないが、水田環境（水田、休耕田、水路を含めた水田地帯）に強く依存する種で、水田環境の代表的な種もしくは地域の人々に親しまれている種。

○保全対象種の選定

保全対象種の選定基準により表3のとおり保全対象種を選定する。

④保全対象種の保全上の留意点

○保全対象種の特徴、生育基盤条件

生態系保全工法を検討するに当たり、保全対象種の一般的特徴及び留意点を明確にする。(表4)

○保全対策の基本方針

水田環境に依存する保全対象種とその生育環境の保全に重点をおいたほ場整備をおこなうため次の事項を対策の基本方針とする。

1. 水系の連続性の確保

・河川と水路、水路と水路、水路と水田などの連続性を確保し、水生動物が各環境間を往来できるようにする。

2. 水路の構造

・水路の底面は可能な限り自然河床とし、コンクリートを張る場合においても随所に穴を開け、砂泥が堆積するようにする。  
 ・側面、底面に変化をもたせ、水路内に多様な環境を復元する。  
 ・水路内と陸域との連続性を確保する。

3. 工事中の配慮

・コハクチョウが採餌場として利用している場所を一度に広面積で整備せず、数カ年に渡った工事計画とする。  
 ・コハクチョウが採餌場として利用している場所へは、工事車両や人の出入りを規制する。また、工事騒音の低減にも配慮する。  
 ・工事中の濁水、流出土砂は極力、水路に直接流入しないように配慮する。  
 ・工事の影響を受ける場所に関しては、施工前に可能な限りその場に生息・生育する生物を代替地又は類似環境に移植する。

表-2 注目すべき種の選定基準

	注目すべき種の選定基準
文化財保護法	「文化財保護法」で指定された特別天然記念物及び天然記念物
種の保存法	「絶滅のおそれのある野生動物の種の保存に関する法律」(平成4年法律第75号)で指定された国内希少野生動物種
鳥獣保護条例	「鳥取県希少野生動物の保護に関する条例」(平成14年9月施工)で指定された特定希少野生動物種
環境省 RDB	環境庁(2000)「改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物—レッドデータブック—8植物I(維管束植物)」の選定種
	環境省(2002)「改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物—レッドデータブック—2鳥類」の選定種
	環境庁(2000)「改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物—レッドデータブック—(爬虫類・両生類)」の選定種
	環境省(2003)「改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物—レッドデータブック—4汽水・淡水魚類」の選定種
水産庁 RDB	環境庁(2000)「無脊椎動物(昆虫類、貝類、クモ類、甲殻類等)のレッドリストの見直しについて(00.00.12 環境庁報道発表資料)」の選定種
	水産庁(2000)「日本の希少な野生水生生物に関するデータブック」において希少種以上に選定されている種
鳥取県 RDB	鳥取県(2002)「レッドデータブックとっとり鳥取県の絶滅のおそれのある野生動物—(動物編、植物編)」

表-1 調査方法

	調査方法
①植物調査	植物相調査:水路及び周辺に生息する高等植物(主に抽水植物や沈水植物)を対象に、調査地区内を網羅的に踏査し、出現した種の種名と出現状況を記録する。現地で種名のわからない植物は標本として採集し、顕微鏡等を使用し同定し、確認種一覧表を作成する。
②両生類・爬虫類調査	捕獲確認法:各調査地区を網羅的に踏査し、卵塊、幼生、成体、脱皮殻、鳴き声などで種を確認し、記録する。幼生など目視で種の識別が困難な場合は、採集し持ち帰って同定する。特に水路周辺はカエル類の生息環境であり、これをエサとするヘビ類も生息するため、水路形状の違いに留意しながら生息状況・分布状況について調査する。
③魚介類調査	捕獲確認法 投網:12mm又は18mmの2種類の目合いの投網を用い、捕獲する魚種の大きさ、水深、水路幅を考慮して使用する。投網の回数は原則10回程度とし捕獲状況に応じて適宜増減する。投網の不向きな小規模な水路では実施しない。 タモ網:魚類調査に熟練した者が1カ所30分以上行う。水草の中、石の下などに生息する稚魚や低生魚の採捕に最適である。 セルびん:流れの穏やかなところにいる小型の魚の捕獲を目的とし、餌としてサナギ粉等を入れて60分程度水中に沈め、中に入った魚を回収し、生息種の確認をする。
④大型水生昆虫類調査	任意採取法:タモ網による任意採取により、コウチョウ類、トンボ類、カメムシ類など現地で種の同定が可能な範囲で大型水生昆虫類の生息状況を把握する。水路形状、植物の生育状況に留意しながら生息状況・分布状況について調査する。
⑤鳥類調査	定位記録法・任意観察法:大谷地区は冬季のコハクチョウの採餌場として知られているため、鳥類調査については、特にコハクチョウを中心とした現地調査を実施する。定位記録法及び任意観察法により、越冬状況、分布状況を把握する。

表-3 保全対象種の一覧

保全対象種	選定基準		保全対象のランク	
	(a)	(b)		
鳥類	コハクチョウ	鳥取県 RDB (準絶滅危惧)	代表的な種 身近な種	○
	カエル類 (3種)			
両生類	アマガエル トノサマガエル ヌマガエル		代表的な種 身近な種	◎
	モリタナゴ	鳥取県 RDB (準絶滅危惧)	代表的な種	○
魚類	ドジョウ類 ・ドジョウ ・シマドジョウ ・スジマドジョウ	スジマドジョウは 環境省 RDB (絶滅危惧 I B 類) 鳥取県 RDB (準絶滅危惧)	代表的な種 身近な種	◎
	メダカ	環境省 RDB (絶滅危惧 II 類) 鳥取県 RDB (絶滅危惧 II 類)	代表的な種 身近な種	◎
	ナマズ		代表的な種 身近な種	◎
	ニシキワタシボ	鳥取県 RDB (準絶滅危惧)	代表的な種 身近な種	○
昆虫類	トンボ類(幼虫)	鳥取県 RDB (その他重要種)		○
	イシマキガイ	鳥取県 RDB (準絶滅危惧)		○
貝類	マルタニシ	環境省 RDB (準絶滅危惧) 鳥取県 RDB (準絶滅危惧)	代表的な種 身近な種	◎
	オオタニシ	鳥取県 RDB (準絶滅危惧)	代表的な種	◎
	ミスゴマツボ	環境省 RDB (準絶滅危惧)	代表的な種	○
	モノアラガイ	鳥取県 RDB (準絶滅危惧)	代表的な種	○
	ドブガイ	鳥取県 RDB (準絶滅危惧)	代表的な種	◎
植物	ニセマツカサガイ	環境省 RDB (準絶滅危惧) 鳥取県 RDB (絶滅危惧 I 類)	代表的な種 身近な種	◎
	マンジミ	鳥取県 RDB (準絶滅危惧)		○
	水生植物 (5種) ・ヨシ ・マコモ ・ガマ ・ヒメガマ ・エビガ		代表的な種 身近な種	◎

◎: 水田に強く依存し、圃場整備の影響を強く受ける種  
 ○: 水田に依存する種、もしくは工事の影響を受ける種

表-4 保全上の留意点

保全対象種	生態・保全上の留意点	
鳥類 コハクチョウ	シベリアなどの極北地で繁殖し、日本には冬鳥として飛来する。鳥取県の中海は西日本最大の集団越冬地であり、大谷地区の水田は餌場として利用されている。餌場としての機能が損なわれないよう、圍場整備は数年にわたり段階的に実施することが必要である。	
両生類 カエル類	水域から陸域へのつながりが重要であり、水田環境と密接に関わっている。水路の護岸の緩勾配化、水生植物の生育できる環境を創造することが重要である。	
魚類	ヤリタナゴ	平野部の小河川や用水路などの流れの緩やかな場所に生息するため、本流と小河川との連続性の維持はもとより、産卵基床であるトブガイやニセマツカサガイなど淡水産二枚貝類が生息できる砂泥底質の環境を保全することが必要である。
	ドジョウ類	水田や湿地、その周辺の細流に生息する。水田周辺ではしろかきと同時に周囲の水路から水田に遡上し、数日後に産卵するため、水路と水田のつながりが重要である。シマドジョウ、スジシマドジョウはその生態に不明な点が多いが、河床が砂礫底の環境が必要である。
	メダカ	水質汚濁には比較的強く、平地の池や水田、水路、河川等の流れの緩やかな環境に生息する。緩傾斜の土羽の水路を好み、水草などに産卵する。水路のコンクリート化、圍場整備などにより生息数の減少が顕著である。
	ナマズ	湖沼や河川の中・下流域、用水路などにも生息し、極めて貪食で魚類や両生類を食う河川における生態系の上位種である。ドジョウと同様、基本的に梅雨時の真夜中に水路から水田に遡上して集団で産卵する。
昆虫類 (幼虫)	トンボ類	幼虫は水中で生活し、衰弱した小魚や水生昆虫を捕食する。水田環境に依存する種が多く、大谷地区でも身近な昆虫である。
貝類	イシマキガイ	感潮域に生息するため、本事業による直接的な影響は受けないが、工事中の濁水等による間接的な影響が危惧される。県下での確認例は少なく、河川改修や埋め立て等により生息数が減少している状況である。
	マルタニシ	水田や周辺の用水路、比較的浅い小河川の泥底に生息する。また、冬季は水田や用水路などの水が濁れても泥中に潜って冬眠する。かつては食用にされるほど多産していたが、農薬による水質悪化、用水路のコンクリート三面張りなどにより著しく減少している。
	オオタニシ	泥底の水路や池などの緩流域、止水域に生息する。県下での確認例は少なく、水路のコンクリート化など環境の激変が起きると個体群そのものが消滅する恐れがある。
	ミズゴマツボ	小型で特異な環境に生息するためこれまで生息情報がほとんどなく、鳥取県では過去に報告例は無い。埋め立て等により生息場所が減少しているが、現地調査では排水路の泥底部で確認された。
	モノアラガイ	用水路、水田、池沼などの水草や礫に付着し、藻類を食う。水田や用水路のように浅く流れが緩やかなよどみと水生植物が一体となった環境が必要である。
	トブガイ	県下では東部の限られた地域でしか確認されておらず、流れの緩やかな水路や池沼、ため池の泥底、礫混じりの砂泥底などに生息している。タナゴ類の産卵基床として利用されることから、用水路の改修などでは魚類の保全とともに本種が生息できるように砂泥質の河床保全が重要である。
	ニセマツカサガイ	県下では限られた小河川でのみ生息が確認されており個体数も少ない。用水路や河川のやや流れのある水の清らかな砂泥底に生息する。タナゴ類の産卵基床として利用されるため、トブガイとともに生息環境の保全が重要である。
	マシジミ	河川の汽水域～中流域、用水路、湖沼の砂底に生息する。県下での確認例は少なく、移入種のタイワンシジミなどに置き換わったり、河川改修により今後の生息が危ぶまれる。
植物 水生植物	用水路やため池などの河床に砂泥が堆積したような場所に生育し、水域から陸域への生物移行帯を形成する。ほとんどの水生動物にとっての生息基盤であり、重要な生息場所や餌となる。	

4. その他の配慮

- 水生動物にとって避難場所、生息場所、産卵場所、餌場等になり、生態系の基盤である水生植物に関しては可能な限り保全あるいは復元するよう努める。
- 非灌漑期でも、営農に差し支えない範囲で水田に水のある環境を創出する。
- 消失した環境の代替地として余剰地や休耕田を利用して積極的にビオトープを作る。

3. 生態系保全工法

保全対象種は比較的小さな範囲内での配慮で生息が成り立つ種が多いため、基本方針をベースにこれらの種が生息できる拠点を出来るだけ多く分散させて配置し、それぞれの拠点を経路で結びネットワーク化をめざす。(図2)

各保全工法とその特徴を以下に示す。

①緩勾配型ポーラスコンクリート護岸水路(図3)

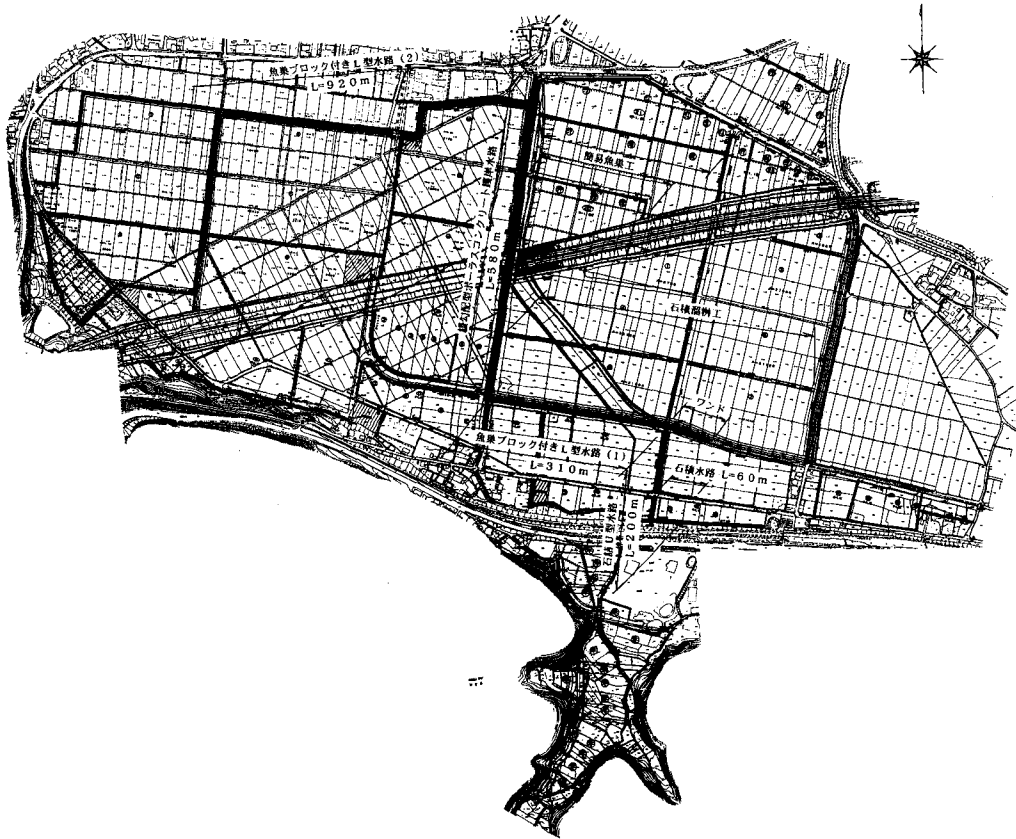


図-2 生態系に配慮した工法位置図

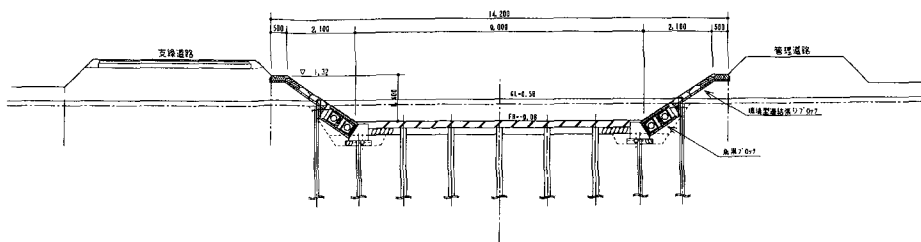


図-3 緩勾配型ポーラスコンクリート護岸水路断面図

- ・水域と陸域の連続性
- ・植生の早期回復
- ・水際部の多様な環境
- ②魚巣ブロック付きL型水路 (図4)
  - ・魚類の避難生息環境
- ③石詰U型水路
  - ・水路内の多様な環境
- ④石積水路・石積溜漕工
  - ・水域と陸域の連続性
  - ・植生の早期回復
  - ・水路内の多様な環境
- ⑤ワンド
  - ・水域と陸域の連続性
  - ・植生の早期回復
  - ・水路内の多様な環境



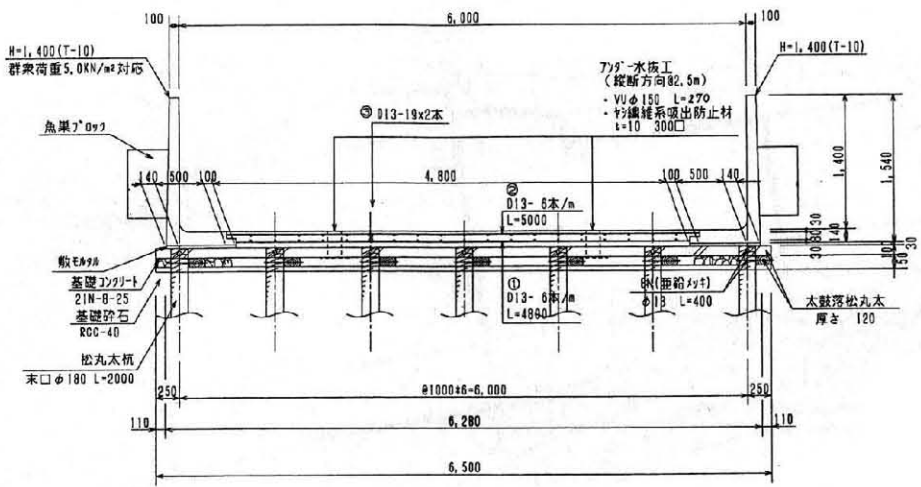
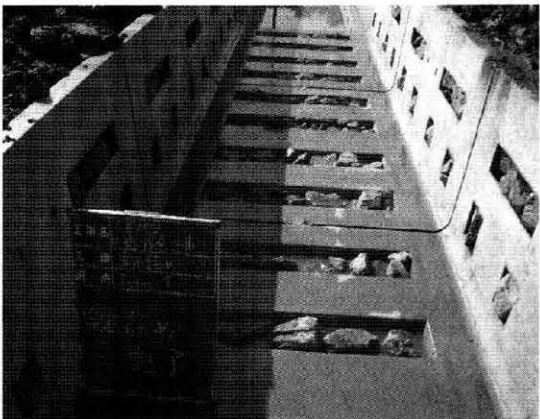


図-4 魚巣ブロック付きL型水路断面図



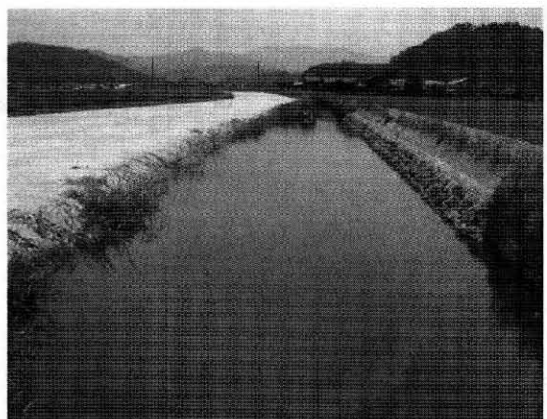
石詰U型水路



石積水路



石積溜柵工



ワンド

#### 4. 生態系保全に関する地域の取り組み

大谷地区の特徴は地区内の高低差がほとんど無く、水路に落差工等の障害物が無いため魚介類等の移動が可能な水路ネットワークが形成されている。保全対策工法は、幹線排水路及び年間を通して流水がある区間を中心に実施した。

生態系保全については、ハード面での対策と同時に地域住民の自然や環境を大切にすることを意識を高め、いくことが大変重要である。本地区では平成14年7月に「大谷田んぼの生き物救出作戦」と題して、その年にはほ場整備を実施する区域の旧水路内に生息する動植物を、既に完成している環境に配慮した工法の幹線排水路に移設するイベントを開催した。このイベントには近くの岩美西小学校の協力を得て全児童と保護者が参加し、ほ場整備の話や大谷に生息する貴重な動植物の話等を聞き環境の大切さや農業の大切さを勉強した。

#### 5. 生態系保全工法の評価と課題

現時点での評価は次のとおりである。

##### ○水際植生の復元

生態系の構成は、土壌や水などの物理的環境要素を基盤に植物が生育している。そして、動物の生息にとって植物は生息場、産卵場、餌場として重要な生息基盤である。モニタリング調査においても、水生植物が生育する水路には、メダカ、モノアラガイなど多くの水生動物が生息している状況が確認されている。緩勾配型ポーラスコンクリート護岸は早い時期より植物が進入し根の活着も良く、植生の早期回復という観点で見れば効果のある工法である。しかし、三方コンクリート水路など砂泥が堆積しにくい水路では、植物の生育はほとんど無く、水生動物の生息数も少ない状況である。今後、維持管理との調整をしながら砂泥の堆積によって水生植物が生育できる基盤を創ることが必要である。

##### ○水際の多孔質化

抽水植物が生育し、石や砂礫等により複雑な微地形を形成している水際部は、水生動物にとって重要な環境である。本事業では、空石積み護岸、魚巣ブロックなどにより水際部の多孔質化を図っている。空石積み護岸や礫充填型魚巣ブロックは多様な大きさの空隙が水際に形成され、様々な水生動物が生息し良好な環境を提供している。一方魚巣付きL型水路は魚巣内が空洞であり稚魚等の小動物が身を隠す場所とは言い難い状況であり、大小の礫を投入して魚巣内の多孔質化を図る必要がある。

##### ○水路と水田の連続性の確保

大谷地区にはカエル類のように、生活史の一部で水路と水田との間を移動する種や、カルガモの産卵・育雛も見られる。このため、一部区間で緩傾斜護岸を設置し陸域との移動経路を確保している。しかし、垂直のコンクリート壁部分では水域と陸域の連続性は分断された状況である。このため、適当な間隔で移動可能な施設を設けることが必要である。また、メダカやナマズ、ドジョウなど流水内を移動し水路と水田を往来する魚類については現状では移動手段がなく生息数の減少が心配される。今後の課題として水路と水田をつなぐ水系ネットワーク構築のため現地に合った施設の研究開発を行う必要がある。

##### ○上下流の連続性の維持

大谷地区は河口に近い低地であるため、河床勾配がほとんどなく水路内に落差工は存在しない。そのため遊泳能力の劣るメダカやヤリタナゴなどが自由に水路内を移動でき、好適環境を見つけ産卵、生息できる状況となっている。また、底面を移動する貝類やドジョウなども同様である。水系の連続性の維持は重要な保全活動であり、今後同種の事業を実施する場合には、水系ネットワークの維持を確保し自由に往来できる構造を採用し、生態系に十分配慮することが重要である。

## 狭山副池地区における市民参加型活動の取り組み

大 利 元 樹\* 升 田 真 理 子\*  
(Motoki OOTOSHI) (Mariko MASUDA)

目 次	
1. はじめに	78
2. 事業概要	79
3. 市民参加型活動の目的	79
4. 活動実績及び課題	79
4-1. 園地整備活動	80
4-2. 体験学習活動	82
4-3. 維持管理活動	82
4-4. 活動の実施に関する課題	82
5. おわりに	82

### 1. はじめに

ため池等の農業用施設は、従来は農業利水を主目的として管理・活用が行われてきた。しかし近年では、より質の高い環境を指向する市民の意識が高まる中で、地域特性や市民ニーズに合わせて、多面的な機能に着目したため池の再生が求められている。

一方現状では、農業関係者のみにより農業用施設を維持管理していくことが困難になりつつある。管理の不備から「汚い」「危険」なイメージを近隣住民に与えているものが少なからずあり、地域住民が主体的に改善していこうとするニーズが高まっている。

これらを踏まえて、大阪府では、ため池を農業用施設として生かしつつ、都市農業の健全な発展

### 狭山副池地区オアシス整備事業完成予想図（大阪府）

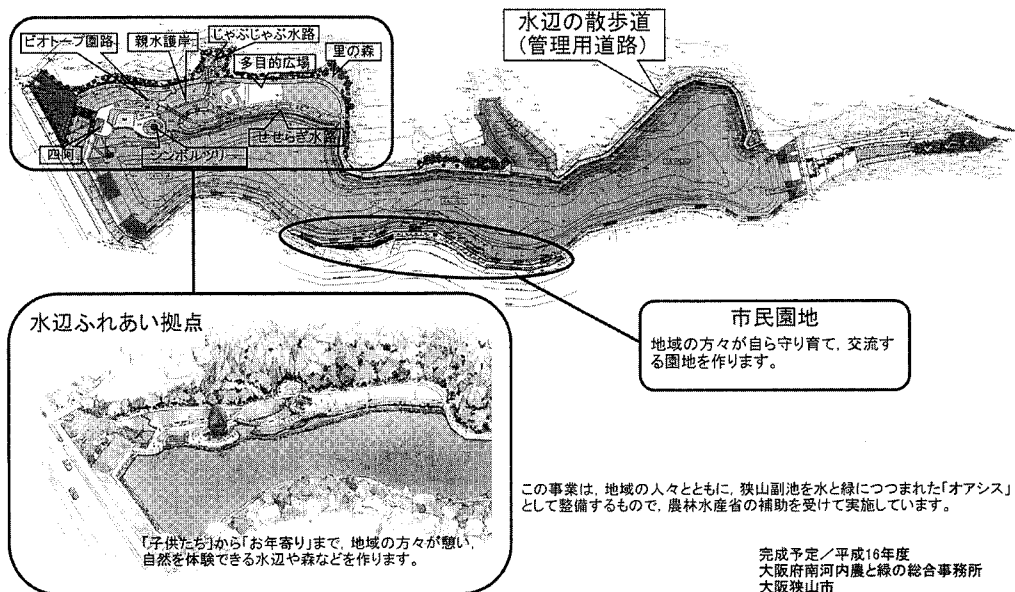


図-1 事業完成予想図

\*大阪府南河内農と緑の総合事務所耕地課 (Tel. 0721-25-1131)

とともに、都市生活に“やすらぎ”と“潤い”を与え、魅力ある地域を構成する貴重な環境資源として総合的に整備し、府民とともに地域環境づくりを進めていく事を目的とした「オアシス構想」を平成3年に策定した。そして、これまでに本構想に則った事業を展開してきた。現在、環境との調和への配慮や、農家・住民との協業のあり方がますます重要な課題となっている。

そこで本報では、狭山副池地区において、環境に配慮した整備活動を近隣住民等とともに行った事例を報告する。

## 2. 事業概要

狭山副池は、大阪狭山市の北西に位置する、貯水量約30万ton、受益面積257.3haのため池である。隣接する狭山池と合わせて、都市環境におけるシンボリックな親水空間を構成しており、親水機能の強化や交流の場としての整備が市民より望まれている。そのため、ため池の管理機能の強化とともに、市における重要な環境資源として整備を進めている。

事業内容の検討にあたっては、大阪狭山市が進める「みどりの基本計画」等において、狭山副池周辺が「緑化重点地区」や「自然体験学習ゾーン」として位置付けられ、豊かな自然の中で憩い学ぶことができる環境作りを目指している事から、狭山副池周辺に残る里山的環境を活かして、多様な生物が集まる水辺の自然を保全・再生する整備を目指すことになった。また、ビオトープ整備のうち、植栽等の計画や、その基礎となる周辺の生物調査、及び比較的簡易な整備を、周辺住民等の参加により実施している。整備内容は、水辺ふれあい拠点、水辺の散歩道、市民園地の3つに分けられる(図-1)。このうち、水辺ふれあい拠点は、固化処理した池内浚渫泥土や他工事発生土により池敷北西部に造成した用地に、管理用道路や園地施設の設置を行うものであり、現在の市民活動の主たる活動拠点となっている。

## 3. 市民参加型活動の目的

狭山副池における市民活動は、事業期間中よりも、事業完了後に連続と続く管理運用の期間に力点をおいている。その最終的な目標は、地域住民やボランティア組織等が主体的に、自然環境学習や子どもたちの社会体験の場として狭山副池を有

効に活用すること及び、これを通じて狭山副池への愛着と地域の連携を深め、管理保全活動への参加やゴミ投棄等の減少につなげ、ため池環境の改善・保全を図ることにある。

これを達成するため、まず継続的な市民活動実施の核となる組織を編成することを目指した。手法としては、広報活動による人集め、市民参加活動の実施、活動参加者によるミーティングの繰り返しにより、参加者の拡大とスタッフの確保を実施した。これらの市民参加型活動の目的は、以下の通りである。

①活動主体となる参加者を増やす。

ビオトープ作りや自然観察会等に参加する人は、自然環境の保全などに興味のある人材であると考えられる。活動の参加者に継続的な参加を働きかけることにより、意識の高い人材を集めることができる。

②狭山副池への愛着を持ってもらう。

活動フィールドの基盤整備や植樹活動により、市民自らが行った整備に対して愛着を醸成する。また、狭山副池の持つ役割を学習し、その重要性への理解を適切な管理への原動力にする。

③事業完了後に市民活動をスムーズに実施する。

事業実施中から市民活動を実施することにより、事業完了後の活動内容や、行政との役割分担を事前に検討し、スムーズな移行を図れる。

④事業費の縮減を図る。

副次的効果として、ボランティアによる施工により、人件費の縮減が図れる。実際、本件では、平成14年度は399千円、平成15年度は374千円の縮減を図ることができた。

なお、本件では、活動を通じて集まった方々と共に、組織づくり等に関する十数回のミーティングを行った結果、平成15年2月に「狭山の副池自然づくりの会」が結成された。それまでの市民活動は行政及びNPOが事務局となって企画・運営を行ってきたが、「狭山副池自然づくりの会」の結成以降は、行政・NPOはサポートに回り、本会が企画ミーティングからスタッフによる当日の運営まで主体的に行うなど、自立した組織として活動を行う形となった。

## 4. 活動実績及び課題

平成13年12月にスタートした本活動は、概ね月に1回のペースで実施され、平成16年7月までに27

回(35日間)を数えた。活動の内容は、大別して①手作りの園地整備活動、②自然観察会等の体験学習活動、③維持管理活動の3つである。実施回数の内訳は、①が11回(19日間)、②が10回(10日間)、③が6回(6日間)である。以下、この分類ごとに、これまでの活動を紹介する。

#### 4-1. 園地整備活動

本来は工事で実施する工種のうち、比較的簡便で、指導員の指示があれば素人でも施工可能なものについて、近隣住民のボランティアにより施工する活動である。工事の一部を体験できる珍しさにより、毎回多くの人々の参加を頂いた。内容は、植樹やビオトープ水路の造成等である。

写真1は、植樹活動の状況である。本地区では、植栽計画の検討にあたり、樹種選定等の段階から市民とのミーティングを行って意見を聴取し、将来に渡って守り育てていく里山の森をイメージして立案した。また、植栽の一部には近隣の里山で採取したどんぐりを市民が育てて植樹するなど

(写真-2)、市民が積極的に関わり、愛着を喚起するように努めた。

写真-3は、水路造成活動の状況である。親水施設として、池内に設置したポンプの揚水により園地内にせせらぎ水路を作る計画であり、この水路の施工から水生植物の植付けまでのほぼ全てを市民活動により実施した。水路底に粘性土を敷き均し、護岸にはヤシ繊維ロールを木杭で固定した。水路は溶岩石や木杭による小島の設置、水路幅の変化などにより多様な流れを持つようにした。造成した水路には、近隣の池や低湿地から植物を土ごと採取し、移植した(写真-4)。移植した植物は、クサヨシ、ミゾソバ、ガマ、セリ、カワジシャ等の在来種である。なお移植活動は、後述の体験学習活動における植物観察会も兼ねるようにして実施している。

写真-5は、張芝工の施工状況である。市民による施工性及び活着度を考慮してロール状の根付完成芝を採用した。これを改良した土壌に設置し、上から目土を敷きならした。写真-6は、浮島の



写真-1 植樹活動



写真-3 せせらぎ水路づくり活動



写真-2 どんぐり拾い活動



写真-4 植物移植活動





あった。比較的高齢の方々が若い参加者に、かけや等の道具の使い方を教える等、世代間交流の一助にもなったようである。植樹に参加した子供が、その後の活動で植物の観察に来るなど、愛着の醸成という目的も一定の成果があったのではないかと感じている。また、前述したとおり、少額ではあるが事業費を節減することができた。

#### 4-2. 体験学習活動

ビオトープ整備において、目指すべき生態系や現在の状況の把握は欠かせないものである。このため、狭山副池や周辺の生物調査を適宜実施している。図-2は植物観察会の成果により作成した植物マップ、写真-7は昆虫観察会の状況である。植物観察会の成果は、前述した水生植物の移植における対象種の選定や、植栽計画の基礎資料の1つとして大いに役立った。これらの調査活動は、今後も継続して実施し、生態系の遷移状況を把握する予定である。

その他、写真-8に示す凧づくり体験活動等の、昔ながらの遊びを体験し、伝える活動も行っており、世代間交流の場ともなっている。

#### 4-3. 維持管理活動

市民活動で施工した樹木や芝生等については、草刈りや水やりなどの管理が必要である。その一部について、「狭山の副池自然づくりの会」スタッフを中心として実施している（写真-9）。特に、ビオトープ水路の植物は在来種を残していくよう管理したいと考えており、通常の業者管理では難しい部分である。

維持管理活動については6回と前に記載したが、上記の活動の合間に行ったり、スタッフが自主的に集まって行うなど、実際の実施回数はより多い。課題は、維持管理活動には多大な労力が必要なことである。今後も、自然環境保全に関心のある方々を参集し、より多くの市民の協力を得ていく努力が必要である。

#### 4-4. 活動の実施に関する課題

活動の実施に伴い、多くの課題が明らかになった。参加者の意欲は高いものの、適切な指示を出さないと何をしても良いのか分からず、手持ちぶさたになってしまい参加意欲が低下する状況が生じたり、活動の性格上力仕事が多く、子供の参加者では手伝えない場面も見られた。このため、作業スケジュールの調整や、作業を指示するスタッフの適切な配置により、余剰の人員を極力作らないようにする必要がある。

また、現場の安全対策や事前準備、当日の補助作業の一部は工事請負業者が行った。特に、通常は立入禁止が原則の工事現場で、子供を含む多くの人々が活動を行うことから、安全対策は非常に重要である。重機や資材の整理整頓、危険箇所を作らないよう工程を調整する、等の対策が必要であるが、ほとんどの請負業者は市民活動に携わったことが無く、とまどいを感じている様子が見られた。このため、請負業者にも、市民参加活動の意義や目的を十分理解させることが重要である。

なお施工管理面については、高度な管理を要求する構造物等を市民活動により施工するのは困難なため活動対象から外し、墨出し等は事前準備で対応、最低限必要な品質は施工時の指導により確保するものとし、特段の管理基準は設けなかった。

#### 5. おわりに

本事業は平成16年度完了の予定であり、平成17年度以降はこれまでの整備中心の活動から維持・保全・管理を中心とした継続的な活動に変わってゆく。地域のため池に愛着を持ち、積極的に関わってくれる地域住民がますます増大し、活動が一層活発になってゆくことを望む。また、環境学習等に積極的に活用頂けるよう、地域の学校や市民団体との連携を図っていく必要があると思われる。最後に、本報告が、同様の取り組みにあたり参考となれば幸いである。



# 国営新矢作川用水地区における住民参加型直営施工の実施

成 田 幹 夫\* 吾 田 嘉 彦\* 星 葉 子\*

(Mikio NARITA)

(Yoshihiko AZUTA)

(Youko HOSHI)

## 目 次

1. はじめに	83	6. 直営施工の準備	86
2. 国営新矢作川用水地区の概要	83	7. 直営施工の実施	87
3. 住民参加で整備した散策路～ふれあいの道～	84	8. 成果と反省	88
4. 農家・地域住民等参加型直営施工の実施手順	85	9. 今後の展開	88
5. 直営施工の導入にあたって	86		

## 1. はじめに

「むらづくりを手作りで」という薄緑色のパンフレットをご存知の方はどのくらいいるだろうか。平成14年3月に農林水産省農村振興局長・生産局長通知「農業農村整備事業等における農家・地域住民等参加型の直営施工について」が出され、農業農村整備事業で、平成14年度から、農家・地域住民等参加型の直営施工方式の実施に取り組むことになった。その直営施工について要点を解説したものが「むらづくりを手作りで」であり、農家や地域住民が自分たちの住む地域の身近な農業用施設の整備に参加する制度について紹介している。(図-1 直営施工のパンフレット)



図-1 直営施工のパンフレット

国営農業用水再編対策事業（地域用水機能増進型）新矢作川用水地区でも、本年5月、この制度を使って地域住民が参加した管理用道路の整備を行ったので報告する。

## 2. 国営新矢作川用水地区の概要

本地区は、愛知県の中央を流れる矢作川の中下流域に位置し、岡崎市外4市4町にまたがる受益面積約7,130haの地域であり、水稻、小麦、大豆を中心に、にんじん、たまねぎ等の野菜栽培が行われ、県下でも有数の農業地帯である。(図-2 事業概要図) (写真-1 営農状況)

本地区の用水施設は、矢作川、巴川及び地区内河川等を水源とし、昭和27年度～昭和37年度に国営矢作川農業水利事業において水源である羽布ダムを新設し、つづいて昭和38年度～昭和53年度に国営矢作川第二農業水利事業により取水口である細川頭首工及び矢作川沿いの幹線水路が整備され、あわせて、昭和45年度～昭和63年度に国営矢作川総合農業水利事業により地区南部の水路施設等が整備されたところである。しかし、近年これら水利施設の老朽化や水路周辺の都市化の進展に伴う機能障害が進行し、安定取水、安定通水の阻害要因となっている。また、その施設の維持管理に多大な労力を費やしている。

このため、本事業では、これら地域の基幹となる水利施設の更新整備を行い、農業用水の安定供給と維持管理の軽減を図り、営農の合理化・複合化を促進し、生産性の向上と農業経営の安定を図るとともに、地区内の農業用水が従来から有して

\*東海農政局新矢作川用水農業水利事業所 (Tel. 0566-74-7903)

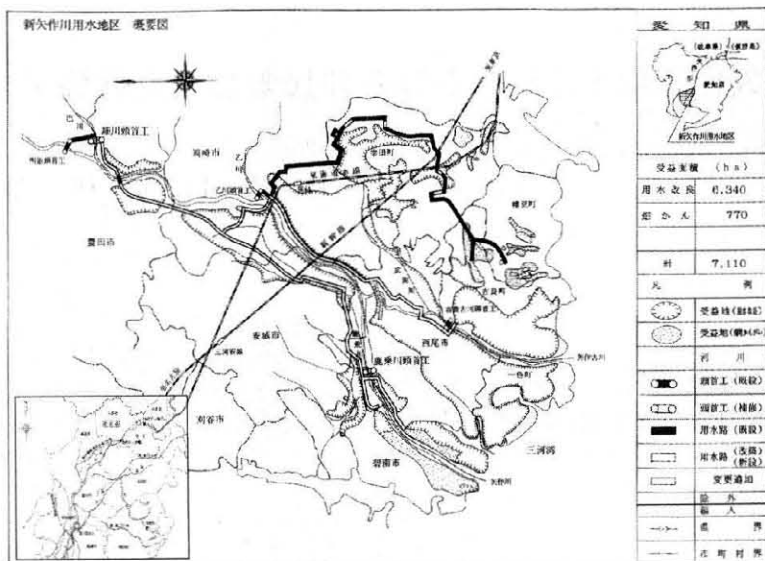


図-2 事業概要図



写真-1 営農状況

いる地域用水機能の増進に資する目的で、平成6年度より事業が進められている（地域用水機能の増進については、平成15年度、事業計画の変更により取り込まれた）。

本事業は、既設の開水路を暗渠化する工事を主に行っている。暗渠化された水路の上部は、基本的には管理用道路として利用する計画であるが、従来、用水路として利用されていた区域は新たな未利用空間として出現することとなり、この空間の有効活用が課題になっていた。このことから、本事業では、この未利用空間の有効活用を目指した取り組みとして住民参加型による水路上部の利用を進めている。本報文で取り上げる直営施工は、このような取り組みの中で、幹線水路上部を利用

し整備する管理用道路兼用散策路において実施したものである。

### 3. 住民参加で整備した散策路～ふれあいの道～

「ふれあいの道」は、今回の直営施工に先駆けて、平成12年度に地域住民の参加による計画、整備が行われたもので、本地区南部に位置する西尾市を流れる六ツ美幹線水路の一部区間の上部を利用した散策路である。この区間は、平成8～9年度にパイプライン化を実施したことに伴い、水路上部に幅約7m、延長約1.4kmの土地が生まれた。その後、平成11年に、地域住民より「水路上部にできる管理用道路を小学校の通学路として利用したい」との要望が市を通じて寄せられ、それを受け、国営事業所、市、土地改良区及び地元町内会等と幾度となく調整した結果、地域において日常の維持管理を行うことを条件に、一般の人も利用できる散策路として水路上部の未利用空間の利用を検討することになった。検討にあたり、はじめに周辺住民へのアンケートを実施し、「計画作りに約5割が、維持管理に約4割が参加してもよい」との回答を得たことから、平成12～13年にワークショップ形式の話し合いを開催し、上部利用の計画作りを行った。管理用道路とその付帯施設については国営事業所で工事を実施し、管理用道路の一部は散策に適した木チップを利用している。また、花壇やベンチについては、地域住民自らが道

具を持ち寄り作成した。なお、材料については、市、改良区等の支援によった。この中で、平成13年3月に地域住民自らが維持管理や散策路を利用したイベント等を行う組織「ふれあいの道を育てる会」が設立され、「ふれあいの道」の整備、維持管理、イベントの開催などを行っている。会員は年々増え、平成16年度の会員数は332名、ほかに地元企業10社の支援を受けている。(写真2 ふれあいの道)(図-3 「ふれあいの道」標準断面)こうした中で、平成16年5月、「ふれあいの道」よりさらに一歩進んで、木チップを利用し舗装する散策路(管理用道路の一部)について、国営事業所が材料を支給し、「ふれあいの道を育てる会」の会員である地域住民が敷均・整備作業の労務を提供して、直営施工という形で実施することとなった。



写真-2 ふれあいの道

#### 4. 農家・地域住民等参加型直営施工の実施手順

直営施工方式は、農業農村整備事業等で計画される施設のうち、身近な施設を対象に比較的簡易な工事について農家・地域住民等が自らの意思に基づき参加・実施するものであり、住民参加による地域の活性化、創意工夫による工事コストの縮減と地元負担の軽減、整備された施設の良好な維持管理などの効果が期待される。

実施の手順は、以下のとおりとなっている。

- ①説明会の開催：事業実施主体は、直営施工の取り組みが考えられる作業内容を農家・地域住民等に説明する。
- ②労務参加の申請：説明を受けた住民等は、直営施工に団体として参加を希望する場合、当該団体は、労務参加申請書に当該団体の規約、作業場所及び作業内容等を記載した労務参加計画書を付して事業実施主体に提出する。
- ③労務参加計画の承認：事業実施主体は、提出された労務参加計画書等を審査し、その内容が適切である場合には、労務参加を承諾する旨を当該団体に通知する。
- ④作業委託：事業実施主体は、労務参加計画書等を基に施工計画の策定、工事費積算を行い当該団体と作業委託契約を交わすとともに、必要な資機材を調達し、現場に支給する。
- ⑤作業開始：作業委託を受けた団体は、参加者の保険加入手続き、連絡・調整等を行う。工事を実施していく上で必要な管理(マネジメント)は、事業実施主体が自ら行う。なお、施工管理・安全管理及び検査等について、必要があれば、外部機関の技術者を活用することができる。

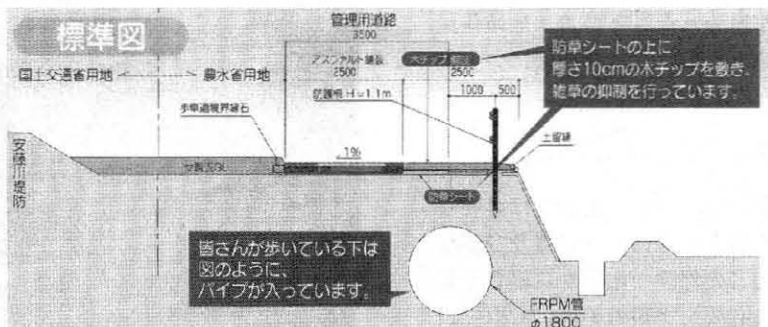


図-3 「ふれあいの道」標準断面

⑥完了・検査：団体は受託した作業が完了したときは、事業実施主体に完了報告を行い、事業実施主体は確認検査を行う。

また、直営施工で実施する作業は、主に未経験者の農家・地域住民等の参加による工事であることから、その作業の難易度及び安全確保の点も考慮して事業実施主体が選定することになっている。

## 5. 直営施工の導入にあたって

平成14年度に農業農村整備事業における直営施工が制度化されて以来、本地区においても、制度の導入に向けていろいろな観点から検討を行ってきたが、本事業では、老朽化した既設水路を取り壊し、直径2～3mのパイプラインを埋設する工事が主であり、農家や地域住民が参加できる適当な作業が見当たらず、制度を活用できずにいた。制度の活用が、直接、工事コストの縮減につながり、また、参加した農家・地域住民が造成された各施設に愛着を持つことで維持管理面でもプラスになるものと考えていた。

一方、「ふれあいの道」では、管理用道路の一部を木チップ舗装とした散策路の整備を行っており、この作業の中で、木チップを敷き均す作業であれば、難しい技術も必要なく危険な作業も伴わないとの判断から地域住民の参加が可能であると考え、さらに、地域住民の組織「ふれあいの道を育てる会」により日常の維持管理活動が行われていることもあり、作業への参加者を集めることもスムーズに進むと考えられた。

早速、平成16年1月の「ふれあいの道を育てる会」の役員会を通じ、会員に対し、直営施工制度について説明するとともに、上記作業について、国営事業所が材料を支給し、「ふれあいの道を育てる会」の会員が労務を提供するという方法を提案し、会員の了承が得られたことから、地域住民参加型による直営施工を取り入れた整備について本格的に準備を進めることとした。

## 6. 直営施工の準備

役員会での了承を経て、国営事業所では必要な木チップ量を算出するとともに、材料費及び現場内の運搬費用、参加者の保険などかかる経費を算定し、また、契約に必要な書類の整備にも取り掛かった。

必要量141m<sup>3</sup>の木チップを山積みにした状態では、ボランティアの力だけでは作業が終わらないと考え、その準備作業として、材料の木チップを「ふれあいの道」数箇所に分割して運び込むことにした。(写真-3 木チップ搬入後)(写真-4 木チップ小運搬)

直営施工は、当事業所では初めての取り組みであるため、直営施工推進マニュアルや他地区の事例等を参考にし、また、契約に必要な書類については、相手が一般住民組織とあって公的な書類整備について不慣れであったため、何度も打合せを行い作成した。

「ふれあいの道を育てる会」では、草刈、植栽の手入れ、イベント開催など一年を通じてさまざまな活動を行っているが、今回の直営施工についても平成16年度の活動予定に組み入れることによ



写真-3 木チップ搬入後

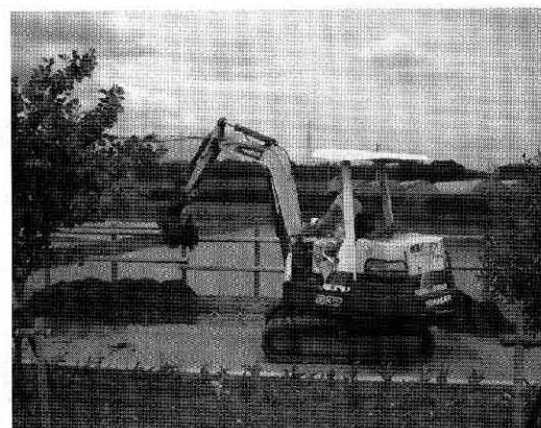


写真-4 木チップ小運搬



り、通常の活動の一環として実施することとした。直営施工では提供された労務に対価を支払うことも可能であるが、会の活動の中で、労務費の支払いについては辞退する旨の申し出があり、直営施工にかかった費用は、材料費、ボランティア保険のみとなり、さらなるコスト縮減が図られた。

## 7. 直営施工の実施

直営施工が実施された5月15日は晴天にも恵まれ、「ふれあいの道を育てる会」からの参加者約60名に加え、地元西尾市、土地改良区、国営事業所からの参加者もあり、賑やかに始まった。(写真-5 作業の説明)

会長から本日の作業について説明があった後、数名ずつに班分けされた参加者はフォークやレーキを手に、指示されたエリアの作業に向かった。

(写真-6 木チップ敷き均し作業) 今回の作業には女性も多く参加しており、力のいる仕事は男性にまかせ、清掃作業や除草作業を行っていた。(写真-7 清掃作業) 参加者の力により木チップの山はみるみるうちに、新しい散策路へと姿を変え、朝8時から始まった作業は昼前には終わることができた。(写真-8 完了写真) 作業後には、参加者が歓談する場ができ、コミュニケーションの場となっていた。

施工管理・検査は事業実施主体が行い、地域住民による施工、及び簡易的な施設であることから、施設の機能に着目した施工管理(出来型管理(舗装高の測定))を行った。

今回の直営施工は、すでに地域住民による維持管理体制が整っている地域での実施であった。そのため、国営事業所、市、改良区及び地域住民と



写真-5 作業の説明



写真-6 木チップ敷き均し作業



写真-7 清掃作業

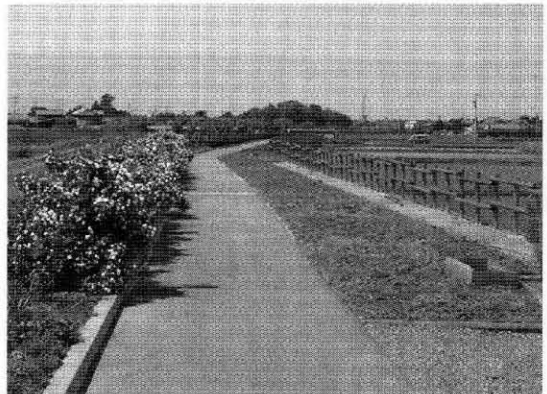


写真-8 完了写真

の間につながりがあり、直営施工の各段階での手続きを非常にスムーズに進めることができた。また、参加者は普段から除草等の維持管理作業を実施していることから、直営施工への参加を受入れやすかったのではないかと思う。

## 8. 成果と反省

直営施工のねらいの一つであるコスト縮減については、請負施工で実施した場合に比べ、人件費及び諸経費の縮減になっている。これは、今回の作業が「ふれあいの道を育てる会」の活動の一環として行われ、労務費の支払いを辞退されたことが大きい。

また、今回、直営施工という国営事業の制度を利用して散策路を整備したことにより、農林水産省の事業や施設がより地域住民にとって身近なものに感じられたのではないかと思う。

## 9. 今後の展開

本地区では、地域用水機能増進の一環として、暗渠化された幹線水路の上部用地の一部に支線水路としてせせらぎ水路（4.4km）を整備することとしているが、今回の成果を踏まえ、今年度のせせらぎ水路に係る工事の中で、地域住民の参

加が可能と思われる工種について、直営施工を実施する方向で検討している。また、地区全体の幹線水路上部の未利用空間の有効活用についても、引き続き直営施工の制度を活用して、地域住民が散策路等の整備に参加することができれば、それが施設への愛着心を育むことにつながり、将来、住民が維持管理を担う体制ができ、施設管理者の業務の軽減が期待できる。都市化が進んだ地域で、とかく問題となる農業水利施設の維持管理について、農家・土地改良区だけではなく、地域住民の力が求められている中で、直営施工制度をその体制づくりに役立てていけるのではないだろうか。

このためにも、本地区では、地域住民が参加できる作業については、積極的に直営施工制度の導入を行い、本事業に対する理解を得るとともに農業水利施設と地域住民のつながりを深めていきたいと考えている。

最後に、今回の直営施工の実現に向けてご助力いただいた方々にお礼申し上げます。

## 引用文献：

農家・地域住民等参加型の直営施工推進マニュアル（素案）農林水産省農村振興局 H16. 3

# 尾鈴地区（日本三大開拓地川南合衆国）の土地改良事業

前田 實\* 轟木 保夫\*  
(Hiroshi MAEDA) (Yasuo TODOROKI)

## 目 次

1. はじめに	89	5. 日本三大開拓地	91
2. 川南原国営開墾事業の経緯	89	6. 青鹿ダムの沿革	91
3. 戦後の川南原国営開墾事業 （農林省高鍋川南開拓建設事業）	90	7. 高鍋川南国営造成土地改良施設整備事業	93
4. 開拓地の発展	91	8. 国営尾鈴土地改良事業	93
		9. あとがき	94

## 1. はじめに

宮崎県児湯郡川南町は、宮崎市から延岡市に至る海岸線のほぼ中央部に位置し、東は日向灘に面し、西は標高1,405mの尾鈴山系を望むことが出来、この尾鈴山系を源流とする名貫川と小丸川に挟まれて発達した洪積台地が「川南原」と呼ばれ水田と畑が混在する農業地帯となっています。

気候は、年平均気温16.3℃、年間降雨量2,360mmと温暖多雨であり、沿岸地帯のため冬季は温暖、多照という有利性を持つ反面、降雨が梅雨期と台風時に偏っている地域であります。

この地域においては、戦前から「川南原国営開墾事業」を始めとした開拓事業が取り組まれ、そ



日向灘より川南原台地を望む



位置図

の後施設の老朽化もあって国営造成施設土地改良施設整備事業がなされ、現在では国営尾鈴土地改良事業が実施中であり、これまでに取り組まれた土地改良事業の経緯を紹介します。

## 2. 川南原国営開墾事業の経緯

古くは明治14年（1881年）に、石井十次が川南の唐瀬原開拓を計画し、鋤入れをしましたが水の使用を名貫川下流の住民に反対され中止されました。

その後、明治44年に、有吉宮崎県知事が川南原等大規模開拓地区の水利施設につき県管施行方針を県議会に諮問して可決されたのに始まります。

引き続き、大正3年（1914年）にはあまりにもその規模が大きく県費のみでは実現不可能で有ると考え、国営で実施するよう上申しています。大

\*九州農政局 尾鈴農業水利事業建設所 (Tel. 0983-27-7411)



昭和14年に開始された事業内容

国営開墾事業

受益町村	川南村, 木城村, 高鍋町, 都農町
受益面積	開田 1,000 町歩, 開畑 500 町歩
水源 (川原ダム)	木城村大字石河内字浜口地先に重力式コンクリートダム (洪水・電気・農水共用) H=20m L=195m
水源規模	総貯水量: 402.5 万 m <sup>3</sup> 、有効貯水量: 200.2 万 m <sup>3</sup>
発電との共用水路	ダム取水口から川原発電所分水点まで 5,640m。昭和19年までに完成
幹線水路	川原発電所分水点から下流 9,425m。昭和19年までに 2,490m 完成

県営事業

支線水路	国営幹線水路の終点より名貫川に達する竹浜支線水路・岩戸原, 通山支線等 8 支線 16,280m
揚水機場	分水工 4ヶ所に揚水機場を設置
その他	自作農創設並びに移住計画

川南原耕地整理組合事業

開墾	川南原国営開墾事業中に地区内道路, 水路及び付帯構造物と開田 1,000 町歩, 開畑 500 町歩を行う
----	--

正4年には国営での実施を上申したものの、県においても一応調査だけは行うこととし、県営川南原開田給水事業予定地の調査が行われています。

大正8年にも県営事業として大正10年から実施する旨を県会に諮問し可決されたものの、着工には至っていません。漸く大正14年農林省が国営大規模開墾事業の調査を開始したことから、川南原においても農林省で調査を行うよう申し上げています。そして昭和2年(1927年)川南原大規模開墾計画実施地区に決定されたことから、宮崎県は農林省調査班と協力して川南原国営開墾予定地の調査を開始し昭和3年調査を終えております。

当時の川南原地域は、人口及び耕地面積も少なく松林の点在した原野であり、その利用程度は極めて低く特に水田は、昭和13年時には僅か900haに過ぎず農家の開田に寄せる意欲は並々ならぬものがあつたと言われていました。

明治の末期から始まった川南原台地の開田事業推進運動も、約30年の永い歴史を経てようやく、昭和14年から5カ年計画で川南原国営開墾事業として実施されることとなったのであります。

当時の川南原開墾事業は、主要幹線水路を国営、支線水路を県営、地区内水路を耕地整理組合にお

いて実施する計画で有りました。しかしながら、木城村岩戸原開田は緊急食料増産対策として水稻植付期までに完成するよう要請され、岩戸原分水地点の上流600mの国営第4号隧道については、上流側から国営で、下流側から県営での突貫工事が進められ、その結果下流から187.47m地点で国営及び県営事業は無事貫通に至ったとのが記されています。

このように、待望していた事業が開始されたものの、昭和19年第2次太平洋戦争の激化のため中断されました。

3. 戦後の川南原国営開墾事業 (農林省高鍋川南開拓建設事業)

終戦後の食料難による緊急開拓事業の発足に伴い、昭和20年10月に川南を中心に広がる、空挺落下傘部隊・落下傘降下場・飛行場・軍馬補充部などに使われていた旧軍用地3,000haの開発を旨として、国営による高鍋川南開拓建設事業が再開され、昭和34年3月までの20年間余りと言う永い歳月と約10億円の巨費を投じて水田800ha、開畑1,065haの開拓が行われました。

川南原国営開墾事業の事業内容

用水路	幹線水路 3路線L=20.8km, 支線水路 11路線L=13.2km
排水路	幹線排水路 9路線L=13.6km
道路	幹線道路 15路線L=36.2km
揚水機場	ポンプ場 3ヶ所

#### 4. 開拓地の発展

広大な面積を擁しながら、台地のほとんどを軍用地に占有され、貧しい生活を余儀なくされていた川南原台地が終戦を契機に国营開墾事業が再開され、全国各地から新天地を求めて多くの人々が入植してきました。開拓地として地形等立地条件が恵まれていたことは言うまでもありませんが、開拓建設工事費の3分の1に当たる労賃の大部分が入植者の現金収入源となり、これが生活の支えとなったことは入植者の営農基盤を支える大きな要素となつたとされています。

この開拓に併せ水路や開拓道路も建設され、昭和20年代後半から主要食料の自給が可能となり、かつ農業所得の増加によって開拓地からの離脱者を最小限に食い止めることができ、道路らしいものがひとつもなかった開拓地には幅6m内外の道路が新設され、既設の幹線道路と結ばれました。現在これらの開拓道路は町道となって産業・交通と文化の発展に貢献しております。

#### 5. 日本三大開拓地

昭和2年国营による大規模開墾計画が立てられ500町歩以上の集団の開墾見込み地17地区について実施計画が行われ、国营で施行することとなりました。しかし、実際に工事に着手された地区は5地区であり、その中でも大規模な宮崎県川南町を中心とする川南原開拓（昭和14年着手）、青森県十和田市の三本木原開拓（昭和12年着手）、福

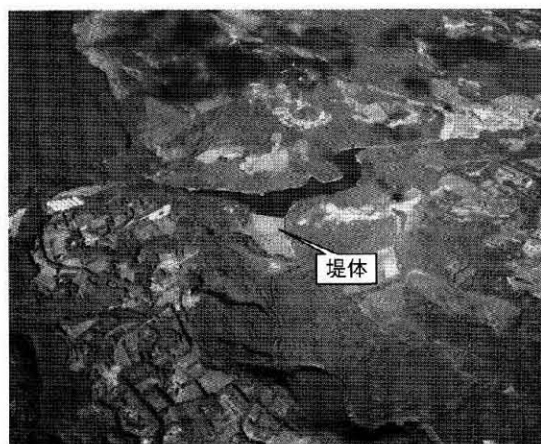


国道10号線に立てられた看板

島県矢吹町の矢吹開拓（昭和15年着手）の3開拓事業が他の地区と区別して実施されたと言う説と、川南町（全国47都道府県から入植）、十和田市、矢吹町は全国で開拓移住者比率の高い上位3市町で有ることから「日本三大開拓地」と呼ばれるようになったとの説があります。

#### 6. 青鹿ダムの沿革

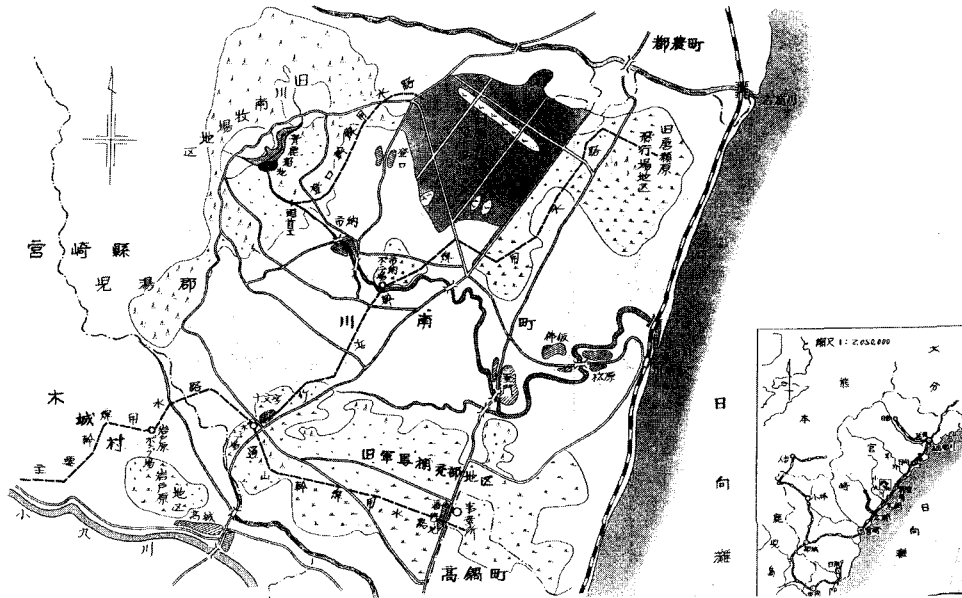
開畑1,065haの内、旧唐瀬原落下傘降下場地区（地区面積670ha）は終戦時の混乱により過剰入植となり、1戸当たりの配分面積が1.2ha程度で、かつ黒色火山灰よりなる高台地で干害を受けやす



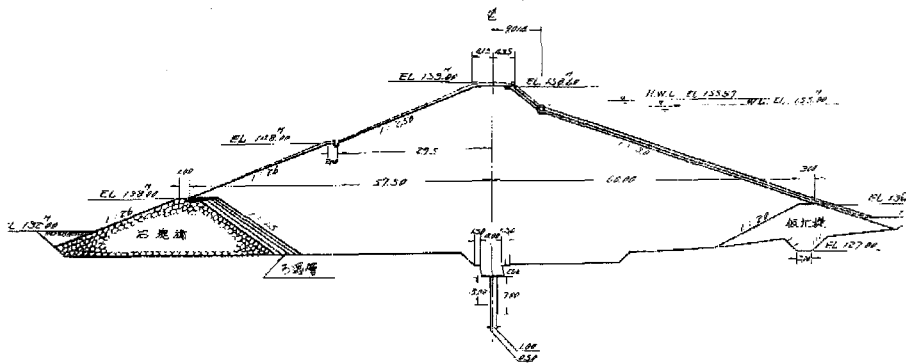
青鹿アースダムを望む



満々と水を湛える青鹿アースダム



農林省高鍋川南開拓建設事業概要図



青鹿アースダム標準断面図

く、甚だしい年は収穫が皆無となるなど農業経営が極めて不安定でありました。

このため、昭和23年には唐瀬原地区の400haに畑地かんがいを行い、干害をなくし増収を計り農業経営を安定させるため、川南町のほぼ中央を貫流する平田川上流の青鹿に貯水量900,000m<sup>3</sup>のアースダムを築造し、頭首工・導水路及びパイプラインによる畑地かんがいを行う構想が持ち上がりましたが、地元の盛り上がりには欠け実現までには至りませんでした。

その後、高鍋川南開拓建設事業の地区内工事な

どの整備が進むに連れ畑地かんがいに対する地元民の要望も盛んとなり、昭和26年に青鹿ダムサイトの測量及び右岸ボーリング1ヶ所が行われております。

昭和27年にはダム付近及び土取場の地質調査が行われ、実施設計と共に配電線、事務所等の建設が行われました。昭和28年6月5日には起工式が挙行され、本格的な工事として仮排水路トンネル工事に着手、昭和29年11月には築堤を開始、昭和33年4月に築堤を終了し昭和34年3月全工事が完了しました。



戦前の軍用地時代の給水塔

## 7. 高鍋川南国営造成土地改良施設整備事業

戦前・戦後を通じて川南原国営開墾事業で建設された施設は近年老朽化が進み機能が大きく低下したことから、特に損傷、老朽化の著しい水田かんがい施設の整備改修を、昭和63年度から平成4年度に国営造成土地改良施設整備事業で実施しています。

その内容は、基幹施設のうち十文字、下原、岩戸原の3つの揚水機場については全面改修。幹支線水路総延長34kmのうち7.5kmについて改修・補強を行っており、トンネルはモルタル吹付による補強、明渠部は現場打コンクリート、二次製品水路による改修を行っています。

## 8. 国営尾鈴土地改良事業

現在、この地域において平成8年度から国営尾鈴土地改良事業を実施しています。尾鈴地区は、宮崎県の川南町を中心に高鍋町、都農町の畑地1,580haを受益地とするものであります。

この受益地は川南原台地のほぼ全域の畑地であり、国営の高鍋川南開拓建設事業で実施した唐瀬原地域400haを含め計画されています。これは、唐瀬原の畑地かんがい施設についても老朽化が進

み、特に幹支線水路については漏水及び破損が頻繁に発生して効率的なかんがいが出来ない状況であること、補修等に要する費用が土地改良区の予算に大きなウエイトを示し、適正な管理運用に支障を来していることによるものです。

主な工事は、新設する切原ダム（重力式コンクリートダム H=61.9m, L=212m, 有効貯水量1,900千 $m^3$ ）、切原ダムに導水する宮ヶ原頭首工（固定堰 L=10m）・導水路（L=0.6km）、幹線用水路（L=12km）、支線用水路（L=23km）、ファームポンド（5ヶ所）及び青鹿ダム取水口工事です。

配水組織等は既設の青鹿ダムと新設の切原ダムを有効に活用することにより、揚水施設を設けたい計画としています。

平成13年度からパイプライン及びファームポンド工事に着手し、平成14年度からは水源施設である切原ダムの工事用道路にも着手しダム本体着手に向け事業を推進しているところであります。

本地区の受益町は別表のアグリランキングでもお分かりのように農業が盛んな町であります、その他のことについても簡単に紹介いたします。

「川南町」は藩政の時代から移住者・入植者を受け入れており、全国津々浦々全ての県人がいる町です。これが「三大開拓地・川南合衆国」と呼ばれているゆえんでしょう。

このようなことから、フロンティア・スピリット（開拓者精神）を後世に受け継ぐ目的で、平成14年度から「日本三大開拓地交流促進事業」を発足させ7月から8月にかけてのキャンプや12月のホームステイで青少年を中心に十和田市・矢吹町の三市町で交流が行われております。

また、明治維新後、政府は富国強兵政策をとり、軍隊の兵糧・弾薬の輸送並びに騎兵の奇襲作戦に軍馬の重要性が深く認識されたため、明治41年には軍馬補充部建設工事が行われ、陸軍省用地として畑や山林原野4,000haを買収しています。4,000haにも及ぶ買収は、その後の川南の農業発展のための開発やかんがい事業を遅らせる結果となりました。

更に、昭和16年には空挺落下傘部隊が設置され終戦を迎えましたが、その時の給水塔が尾鈴農業水利事業建設所わきに現在もそびえ建っています。

「高鍋町」は県内最小の面積ですが、5～6世紀

アグリランキング（平成14年度）

町名	総面積 (km <sup>2</sup> )	人口 (人)	農業産出額		生産農業所得		耕地 10a 当たり所得		農家1戸当たり所得		農業専従者 1人当たり所得	
	H14. 10. 1	H16. 6. 1	九州 順位	全国 順位	九州 順位	全国 順位	九州 順位	全国 順位	九州 順位	全国 順位	九州 順位	全国 順位
川南	90.27	17,413	6	23	10	76	52	310	8	183	23	275
高鍋	43.92	22,252	47	229	75	436	59	347	22	238	20	243
都農	102.33	12,114	34	163	51	322	39	227	25	252	88	582
町名	豚		ブ ロ イ ラ ー	鶏卵	ト マ ト	注：市町村数 全国3,190,九州517						
	九州順位	全国順位	九州 順位	九州 順位	九州 順位							
川南	2	2	10	5								
高鍋												
都農					6							

の古墳時代から栄えており大小85基の古墳が点在しています。持田古墳と称するこの古墳からは全国的にもまれな石棺や銅鏡等が発掘されております。その後は秋月高鍋藩の城下町として発展した町で、第7代藩主秋月種茂は「世の中が治まるには規律を正し優れた人材を育てることが第一である」と考え1778年藩校明倫堂を創設しております。その明倫堂で石井十次は学び、十次が掲げる「愛となさけ」の精神は混乱を続ける人の世にいま重要な倫理の復活を呼びかけています。平成16年8月に「十次のおとうさんありがとう」の映画が封切りになり上映されております是非鑑賞下さい。

「都農町」はまちづくりの主役は町民一人ひとり、目指すは郷土の良さをもう一度見直し、人の心が通う町民と一体となって行うまちづくりのスローガンの基に自然環境に優しい農業と農業ネットワークの形成を図っており、先頃NHKの21世紀ビジネス塾でも放送されておりますが、ワイン工場協にグリーンガイアなる生ゴミ処理施設を設け土づくり・ぶどう作り・ワインづくりを行って成功しております。

特に第三セクターが経営する都農ワインは世界

的権威のあるワイン百科の「Wine Report 2004」でグローバルレポートとして最もエキサイティングな100のワインに都農ワインのキャンベル・アーリーが選ばれています。

### 9. あとがき

戦後の、緊急食糧増産時代この地に入植された方が、国民の付託を受け明日の食べ物を如何に増産するか汗を流した時代から半世紀以上が過ぎ、農業・農村の持つ多面的機能と安定的食料供給基地として、調和のとれた農村の建設が国民から求められる時代となっております。

今、開拓者を思う時日向灘の輝く海、緑豊かな尾鈴山麓に囲まれた歴史ある川南原台地が、国営尾鈴土地改良事業の実施・完成により、本地域の農業が益々発展することを願って事業推進に邁進してまいりたい。

### (参考及び引用文献)

川南町史（昭和58年11月発行）

川南町開拓史（平成13年12月発行）

## 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16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ついて、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。



# 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5-34-4 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)。写真, 図表が画像データの場合は, 画像データを文字データ上 (一太郎, ワード等) に貼り付けずに, 元の画像データのままとすること。

8 原図の大きさは特に制限はないが, B4版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で極力鮮明なものを提出すること。

9 文字は明確に書き, 特に数字や記号などのうち, 大文字と小文字, ローマ字とギリシャ文字, 下ツキ, 上ツキ, などで区別のまぎらわしいものは鉛筆で注記しておくこと。

たとえば,

C, K, O, P, S, U, V, W, X, Zの大文字と小文字

O (オー) と0 (ゼロ)                      a (エー) と $\alpha$  (アルファ)

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

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

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

E (イー) と $\varepsilon$  (イブシロン)        v (バイ) と $\nu$  (ウプロシン)

など

10 分数式は2行ないし3行にとり余裕をもたせて書くこと。

11 数表とそれをグラフにしたものとの並載はさけ, 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。

# 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」にまでさかのぼり、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 フィルダムを含めて「ダム研究会」に拡大：会誌「土とコンクリート」に変更
- 昭和36年 「水路研究会」の発足：会誌「水路」の発刊
- 昭和45年 両研究会の合併  
「農業土木技術研究会」の発足：会誌「水と土」の発刊

## 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  
FAX 03(3578)7176

## 「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（139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

土地改良事業計画設計基準は、土地改良事業を適正かつ効率的に実施するために農林水産省が定める技術基準であり、このうち調査計画作成に当たっての基本的事項を定めた技術基準を計画基準としている。計画基準は、土地改良法第2条第2項に規定されている事業工種毎に現在18の基準が作成されており、各計画基準について計画設計技術の知見や新たに開発された調査手法、社会情勢の変化等を反映させる必要が生じた場合、適宜改定を進めているところである。

最近の計画基準の改定では、1999年に制定された食料・農業・農村基本法において、今後の食料・農業・農村施策の目指す基本理念の1つとして、農業の有する多面的機能（国土の保全、水源かん養、自然環境の保全等）の発揮が掲げられたことや、2001年の土地改良法改正において、土地改良事業を実施するに当たっては環境との調和に配慮することが事業実施の原則に位置づけられたことから、調査・計画の各段階において、環境との調和への配慮に関する基本的事項の記載を順次

進めている。

また、昨年度には農山漁村地域の美しい自然景観、文化遺産、食文化、祭等の伝統行事等の資源を活用し、地域に根ざした魅力を高めていくことの必要性が提言されたことを受け、個性ある魅力的な農山漁村づくりに向けて「水とみどりの「美の里」プラン21」が作成された。このプランでは、「活力ある農林漁業の維持発展」、「農山漁村の地域資源の活用」、「地域住民の合意形成」の3つの基本的視点に留意しつつ、今後実施する農業農村整備事業においては、原則として景観に配慮した事業計画を作成することとされている。これを受け、今後は農村地域全体の景観への配慮に関する基本的事項について検討を行うとともに、地区事例の紹介も含め計画基準への記載を進めていきたいと考えている。

今後も、計画基準が一層の効率的かつ効果的な事業実施に資するものとなればと願っています。

（資源課 百濟）

### 水と土 第139号

発行所 〒105-0004 東京都港区新橋5-34-4

農業土木会館内

印刷所 〒161-8558 東京都新宿区下落合2-6-22

農業土木技術研究会

TEL 03(3436)1960 振替口座 00180-5-2891

一世印刷株式会社

TEL 03(3952)5651