

### 平成 28 年度 農業水利施設機能総合診断業務体験等 優秀レポート

1. 管水路機能診断調査の課題における工夫について
2. 農業集落排水施設機能診断調査及び最適整備構想策定について
3. 第二田沢幹線用水路第 8 号トンネル補強工法設計業務について

これは農業土木事業協会が実施している「農業水利施設機能総合診断士」資格認定試験に合格後、資格登録された者が5年後の登録更新に当たって継続的な技術研鑽の一環として提出を義務付けられているもので、レポート作成要領に基づいて作成、提出した「業務経験等レポート」で、農業水利機能総合診断士講習委員会の審査の結果、登録更新が承認されたレポートのうち特に優秀と認められたものについて、この機関誌に掲載することとしたものである。

なお、各レポートの内容や意見は執筆者個人に属し、執筆者の所属する組織の公式見解を示すものではありません。

(一社) 農業土木事業協会

内外エンジニアリング (株)  
氏名 西形 高弘

## 管水路機能診断調査の課題における工夫について

### 1. はじめに

国営石岡台地農業水利事業で造成された千代田幹線水路は、供用後 35 年経過しており、近年は漏水事故が増加し、維持管理に苦慮している状況にある。

本レポートは、国営造成水利施設保全対策指導事業の一環として実施した千代田幹線水路の機能診断調査における課題について、工夫した点を報告する。

### 2. 課題

千代田幹線水路の機能診断は、以下の条件課題を考慮した調査計画を立案する必要があった。

- ① 管種・管径が混在した路線である。  
→【課題】特定の管種・管径による許容漏水量の設定では過大・過小評価になる。
- ② 間接的定量調査（全 7 区間）の実施時期が非かんがい期となる。  
→【課題】漏水量が多い路線であり、管内残留水のみでの調査実施が困難である。
- ③ 直接的定量調査は、数値による客観的定量評価が重要である。  
→【課題】目視主体では調査員の主観的評価になり易い。

### 3. 課題解決に用いた手法

#### 3.1 間接的定量調査の工夫点

間接的定量調査の課題に対しては、以下の工夫を行った。

■許容漏水量の設定は、管種・管径が調査設定区間で混在するため、施設延長・施設規模から加重平均した値を許容漏水量と設定した。

また、加重平均の算定では、参照する設計基準「パイプライン」の許容漏水量が、施設状態評価表では健全度「S-4」相当となるため、施設状態評価表にある健全度「S-3」となる漏水量を許容値算定における値とした。

■静水圧の違いにより減水量への影響が考えられたため、計測を行う水槽水位は、用水を多く利用している時期の水位を初期設定値として、全区間条件を固定した。尚、非かんがい期の調査であったため、揚水機場の受電期間を延長することで対応した。

■天候の影響や計測員の交代による影響を考慮して、可搬式水位計と併行して圧力式自記水位計を水槽に設置し、時系的な水位変動の把握と計測の測定誤差や計測値の妥当性を確認した。(写真-1、図-1)



可搬式水位計による計測



圧力式自記水位計による

写真-1 水位観測状況

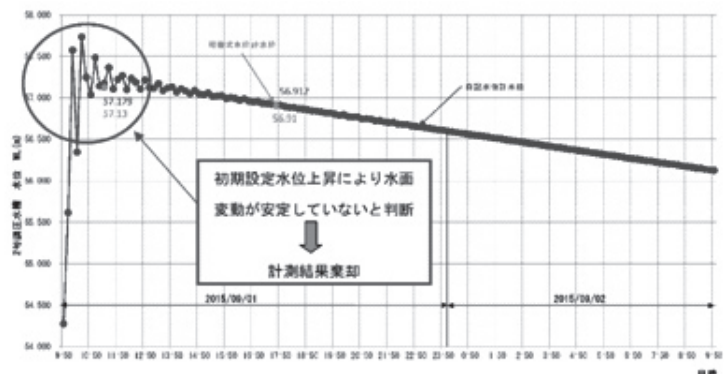


図-1 水位変動図 (凡例) ●：可搬式 —：自記水位

最終的な漏水量判定は、可搬式水位計が風や水槽水面の波浪の影響を受けた結果が確認されたため、圧力式自記水位計の値より算定した。

### 3.2 直接的定量調査（管内調査）の工夫点

直接的定量調査の課題に対しては、以下の工夫を行い、客観的定量評価を行った。

- 管内調査は、再調査が簡単でないことから、管内状況をビデオカメラにより撮影・記録した。尚、映像は、今後の基礎資料として施設管理者及び発注者に提供した。
- たわみ調査は計測精度を向上させるため、レンジメータを使用した。（写真-2）  
また、たわみ量と管の破壊の関係は不明瞭であるため、補足調査として曲率測定装置を用いて「ひずみ計測」を実施し、算定される計測地点の最大曲げひずみ  $\varepsilon_{max}$  と破壊歪み（（独）農研機構農村工学研究所 指導値）を比較して構造安定性を定量的に評価した。（写真-3）
- 線形調査は、たるみ・蛇行・沈下を数値化するため、レーザーレベルにより計測を行った。尚、評価は「無圧パイプライン」に適用されることから、計測値の水平方向を「土木工事施工管理基準」の中心線のズレ、鉛直方向を「継手曲げ角度」の観点から評価した。（写真-4）
- 継手間隔調査では、継手間隔以外にゴム輪の位置をフィラゲージで計測した。また、本調査区間では、以下の路線特性に配慮した評価基準を設定するものとした。

表-2 継手間隔・ゴム輪位置の評価基準変更点

調査項目	評価基準 変更内容	備考
継手間隔	FRPM 管の受口がソケット構造となっていたため、テーパ部を含んだ延長による評価に変更した。（テーパ部±規格上下限值）	
ゴム輪位置	調査区間の PC 管は、ゴム輪は角ゴムで所定の位置に固定される定置式スライドタイプを基本とするため、メーカーの構造規格値を目安に評価した。	



写真-2 たわみ計測状況



写真-3 ひずみ計測状況

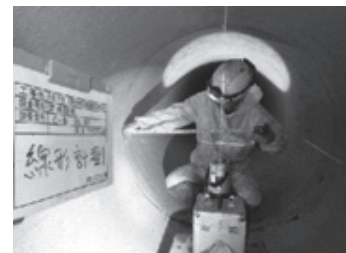


写真-4 線形調査状況

### 3.3 その他工夫点

千代田幹線水路の漏水事故の大半が PC 管の継手部であったことから、浸食性因子である地下水に含まれる「浸食性遊離炭酸」に着目し、路線上の水質調査を実施した。

結果は、採水できた検体の大半が基準値を超過している結果となり、特に低地（窪地）部は、集水地形にあり、濃度拡散が小さいため高濃度であった。

また、水質分析では、pH 濃度を併せて測定し、pH 値が酸性側になると浸食性遊離炭酸濃度が許容値を超過する傾向があることが判明した。（図-2）

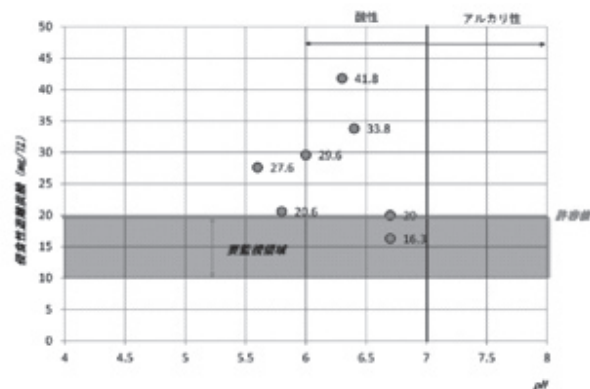


図-2 pH-浸食性遊離炭酸 関係図

### 4. おわりに

本調査で実施した工夫点は小さなものであるが、客観的に診断内容を評価するには十分な結果が得られた。今後も施設の現状を「見える化」すべく調査内容を工夫していきたいと考える。

香川県土地改良事業団体連合会  
氏名 橋田 裕文

## 農業集落排水施設機能診断調査及び最適整備構想策定について

### 1. 業務目的

本業務は、東かがわ市が管理する農業集落排水施設（供用年度H6～H13）の機能診断を基に、農業集落排水施設の効率的な整備と適時・適切な修繕と更新による施設の長寿命化を推進すること及び人口減少や土地利用形態の変化等の将来予測に基づいた的確かつ弾力的な整備計画の策定を目的とした業務である。

### 2. 業務内容

本業務の内容は、農業集落排水事業により造成された農業集落排水施設3処理区の状況把握と当該施設の機能診断調査を行い、機能診断評価を策定し、前年度までに策定された8処理区の機能診断評価とともに、東かがわ市全体の集落排水施設に係る最適整備構想を策定するものである。

### 3. 立場と役割

本業務の実施責任者として、機能診断調査（事前調査、現地調査）、機能診断評価、機能保全対策工法の検討、機能保全コストの算定、最適化（同期化、平準化等）された機能保全計画を基に最適整備構想を策定した。

### 4. 業務上の課題

#### 4.1 事前調査における課題

事前調査は、管路施設や機械・電気施設の劣化の特性を踏まえて現地調査を効率的かつ効果的に行うための調査である。施設の概要や補修・事故歴等を維持管理記録から抽出するとともに、施設の維持管理業者から聞き取り調査を行うことで、事前調査票を作成した。しかしながら、現地調査における調査箇所数を増やせば調査精度は上がるが、調査時間と労力及び調査経費が必要となるため、調査位置と調査箇所数の選定が課題となった。

#### 4.2 機能診断評価における課題

管路施設が持っている水理特性や污水处理施設が持っている污水处理性能や污水处理能力は、それぞれの構造性能の状態に支えられている。また、構造性能の低下は、構造物そのものの内部要因、構造物に対して外力等を与える外部要因、その他の要因により生じることから、機能診断調査の結果等により構造性能を主体とする機能診断評価を行い、劣化要因の有無と劣化状態を適切に把握するとともに、施設の健全度を総合的に評価することが重要となる。なお、劣化要因には様々なものが推定されることから、健全度の指標の判定も要因別の評価項目について判定を行い、最も厳しい判定を採用することとなっている。また、健全度の判定が今後の性能低下予測や機能保全対策工法検討及び機能保全コストの算定に大きな影響を与えるため、中間的な健全度の場合の判定基準が課題となった。

#### 4.3 機能保全対策工法の検討における課題

管路施設や汚水処理施設の鉄筋コンクリート構造物の変状に対する機能保全対策については、変状の発生原因や変状程度を把握するとともに、施設の置かれた環境や要求性能についても把握し、適切な機能保全対策を検討することが重要である。また、性能低下の初期段階で簡易な工法により施設の耐用年数を延ばすことが必ずしも経済的になるとは限らない場合がある。機能保全対策工法は、工法の選択肢が多いため、技術的かつ経済的に妥当であると考えられる対策の組合せの選定と実施シナリオの作成が課題となった。

### 5. 技術的提案

#### 5.1 事前調査における技術的提案

管路施設においては、工事施工年度、道路交通状況、硫化水素の発生有無等による劣化要因の推定を基にグルーピングを行い、各グループからバランスよく調査箇所を選定した。また、過去に機能診断調査が行われた箇所や維持管理における補修・改修等の機能保全対策が実施された箇所は優先的に調査箇所として選定した。

処理施設の鉄筋コンクリート構造物においては、施設台帳や補修歴、維持管理業者からの聞き取り情報、硫化水素等の臭気の強さ、施設のおかれた環境条件や地形条件等から一定の劣化要因が推定できるので、各処理施設（前処理、流量調整、生物処理、沈殿、散水ポンプ、消毒）から最低一箇所の処理水槽を調査箇所として選定した。

#### 5.2 機能診断評価における技術的提案

管路施設の機能診断調査において、簡便に判断できる構造的な性能に関する指標は、埋設管上部路面の状態、マンホール近接部の管路接続状態と管口カメラによるたわみや偏平を目視することに限られるため、施設の供用年数、埋設管路の土被り厚、路面上の交通条件、使用環境等の総合的な条件を加味した上で健全度の判定を行った。

処理施設も同様に、処理性能は処理水槽の構造的な性能に依存しているため、躯体の劣化が、内部要因（コンクリートの中性化や化学的腐食及び鉄筋腐食等によるひび割れ等）、外部要因（地盤沈下、地震等による躯体の変形や損傷等）、その他の要因であるかの判断とともに劣化が進行性のあるものであるかの判断を行い、より支配的な劣化要因に重点を置いて健全度の判定を行った。

#### 5.3 機能保全対策工法の検討における技術的提案

機能診断調査により作成された劣化曲線と過去の実績に基づく耐用年数による劣化曲線を基に、健全度S-3での比較的簡易な補修工法、健全度S-2での施設本体の力学的強度の回復のための補強工法、健全度S-1での更新や改築による工法を基準に、検討対象期間である40年間の保全コストと対策時期を算定した。また、対策時期が分散する場合は、対策工事の事業化や工事発注の実態を考慮し、個々の機能保全対策実施時期をずらすことで同期化を図った。なお、保全コストの算定に使用する対策工法の単価は、施工時の設計書を基に物価上昇率を勘案した単価を採用した。

### 6. 成果

施設の状態を的確に把握し、劣化の進展を予測するとともに、経済的かつ合理的な実施シナリオを策定し、施設の予防保全対策の最適整備時期を概定した。

サンスイコンサルタント (株)  
氏名 飯田 昌平

## 第二田沢幹線用水路第8号トンネル補強工法設計業務について

### 1. はじめに

このレポートは、平成27年度に東北農政局田沢二期農業水利事業所から受注した「第二田沢幹線用水路第8号トンネル補強工法設計業務」(業務期間:平成27年9月4日~平成28年3月11日)のうち、トンネル補強範囲の検討において実施した機能診断調査・評価の一例を紹介するものである。

### 2. 第8号トンネルの概要

■**検討対象施設の概要**: 第二田沢幹線用水路第8号トンネルは、秋田県大仙市豊岡地内に位置する水路トンネルであり、断面構造は無筋 or 鉄筋コンクリート覆工構造(ホロ形 R=0.9 m、H=1.8 m)、延長は L=464.1 m である。覆工は打設スパン(@15 m)毎に呼称が与えられ、最上流の B771 から最下流の B801 まで計 31 スパンで構成されている。

■**地質状況**: 第8号トンネルが設置されている地山は、最高標高 230 m 程度の丘陵地形であり、山塊を構成する基盤岩は、上流側が新第三紀・中新世の真昼川層(凝灰岩等の中硬岩)、下流側が新第三紀・鮮新世の栗沢層(堆積岩等の軟岩)となっている。

■**トンネル覆工の劣化状況**: 当該トンネルは、昭和42年度の竣工以来約50年が経過し、栗沢層(軟岩)を貫通する下流側に縦断方向ひびわれが集中している。また、この縦断方向ひび割れは、過年度の調査結果よりも伸長(進行)していることが確認された。

### 3. 機能診断評価の手法と課題

補強設計を行うにあたり、トンネル覆工の施設状態評価を「農業水利施設の機能保全の手引き(水路トンネル)」に記載されている「施設状態評価表」に準じ、全スパンを S ランク判定することにした。また、S-2 ランクと評価されたスパンを補強対象とした。

施設状態評価表における評価項目は、ひび割れの発生状況、摩耗・すり減り等の目視情報(内部要因)を主とするが、外部要因として「地圧による変状進行の可能性による健全度の区分」が設定されている。また、この区分は、岩種により更に3種類の区分(下表)が設定されており、上記の地質状況と照合すると、真昼川層と栗沢層との境界を明確化しなければ正確に S ランク判定をできない状況となった。

農業水利施設の機能保全の手引き(水路トンネル) 表 2-8 より

岩種	地質の良否	本設計の適用
花崗岩類、安山岩、玄武岩、石灰岩、第三紀砂岩、礫岩等	良: 進行性の地圧は発生しにくい。	
はんれい岩、輝緑岩、第三紀凝灰角礫岩等	普通: 進行性の地圧が発生する可能性がある。	真昼川層
新第三紀層泥質岩、未固結堆積物、中生層の頁岩・粘板岩、蛇紋岩、温泉余土など熱変成岩類等	悪: 進行性の地圧は発生しやすい。	栗沢層

#### 4. 地山調査の実施

地山の性状を把握する調査手法として「弾性波試験」が一般的である。ただし、同調査は、地山の力学特性の把握を行うものであり、地質の違いを直接的に把握するには不向きと言える。このため、ここでは「電気探査」の実施を発注者に提案・実施した。

電気探査は、地表面に一定間隔で貫入させた電極間の電位差を計測し、電気の流れ易さの違いを利用して地下構造を推定する方法であり、古くから油田や地下水・温泉の探索に利用されてきた探査方法である。また、今回用いた「電気探査・比抵抗映像法」は、FEM解析により比抵抗値を二次元的に把握する方法であるが、近年になって断層や破碎帯などの地質構造解析に用いられるようになった探査方法である。

#### 5. 調査結果と評価

電気探査により得られた比抵抗値分布と、第8号トンネルとの位置関係を下図に示す。一般的に、岩石が風化し滞水すると比抵抗値は低い値を示すといわれる。更に、進行性の地圧が発生しやすい地山の比抵抗値は30Ω以下程度であるといわれる。

縦断方向のひび割れが集中する区間、若しくは鉄筋コンクリート覆工で施行された区間は、比抵抗値が例外なく30Ωより低い値の中を貫通しており、同区間周辺の地山が栗沢層（堆積岩などから成る軟岩）に該当するものと判断した。また、同区間で採取した岩石をX線回析により分析した結果、膨張性地山に特徴的なスメクタイト成分が多量に検出された。したがって、ここでは比抵抗値30Ω以下の区間を進行性の地圧が発生する区間として、変状の発生状況に拘わらずこれに該当するスパンをS-2ランク（要補強）とした。なお、上流側に認められる低比抵抗値区間は、X線回析結果から風化岩の帯水層であると推察でき、進行性の地圧が発生する可能性は低いと判断した。

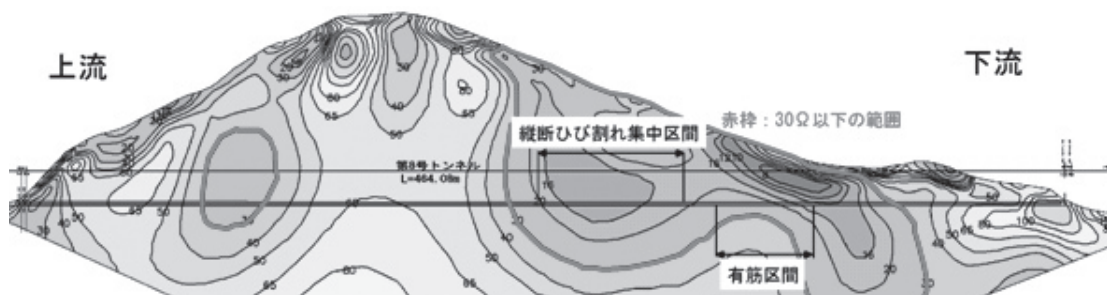


図-第8号トンネルにおける電気探査結果（比抵抗値の分布図）

#### 6. 終わりに

本事例のように地質の性状がことなる地山を貫通するトンネルは、その境界を明確化しなければ正確な評価ができない。今回実施した「電気探査」は、比抵抗値を二次元的に可視化することで地質性状の境界を明確化することが出来た。また、併用した岩石調査のコア採取地点も、この結果に基づきピンポイントで選定することが出来た。加えて、調査コストも比較的安価であり、このようなケースで有効な調査法であると確信した次第である。