

農業水利施設の機能保全に関する
調査計画の参考資料
(案)

[開水路編]

平成30年3月

農業水利施設の機能保全に関する調査計画の参考資料（案）（開水路編）

目 次

| | |
|------------------------|------|
| 1. 開水路 | 開-1 |
| 1.1 開水路の構成と特徴 | 開-1 |
| 1.1.1 本資料の位置付け | 開-1 |
| 1.1.2 開水路の構成要素 | 開-1 |
| 1.1.3 開水路の機能と性能 | 開-1 |
| 1.2 機能診断調査 | 開-4 |
| 1.2.1 事前調査（既存資料の収集整理等） | 開-5 |
| 1.2.2 現地踏査（巡回目視） | 開-14 |
| 1.2.3 現地調査（近接目視と計測） | 開-23 |
| 1.3 機能診断評価 | 開-72 |
| 1.3.1 評価の手順 | 開-72 |
| 1.3.2 機能診断評価の方法 | 開-74 |
| 1.4 専門的調査 | 開-82 |
| 1.4.1 専門的調査への移行 | 開-82 |

1. 開水路

1.1 開水路の構成と特徴

本資料で取り扱う開水路形式は、鉄筋コンクリート開水路、無筋コンクリート開水路、矢板型開水路（柵きよ含む）、コンクリートブロック積、石積水路、ライニング水路、無ライニング水路とする。

これらの水路は、水路形式ごとの特徴的な変状を示すので、水路形式ごとの変状の特徴に着目して性能評価をする必要がある。

なお、分土工等の付帯施設についても、必要に応じて調査する。

【解説】

1.1.1 本資料の位置付け

本資料では、農業水利施設のストックマネジメントのうち、現場での機能診断調査に関する理論及び技術を取りまとめるものである。なお、調査結果に基づく機能保全対策の検討については、「計画編」に示す。

1.1.2 開水路の構成要素

本資料では、本体工の材料特性に着目し図-1.1.1 に示す構成要素を「鉄筋コンクリート開水路」、「無筋コンクリート開水路」、それ以外の矢板型開水路（柵きよ含む）、コンクリートブロック積、石積水路、素掘水路を「その他の開水路」とする水路形式に大別分類し、ストックマネジメントの調査手法について解説する。

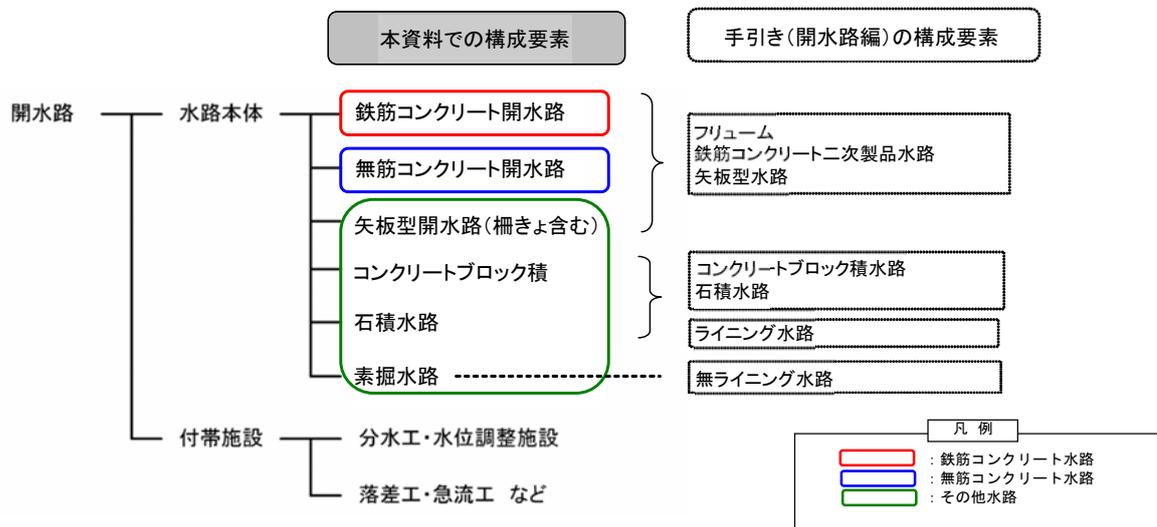


図-1.1.1 開水路の構成要素

1.1.3 開水路の機能と性能

開水路の機能には、表-1.1.1 に示すとおり、水利用機能、水理機能、構造機能がある。

なお、堆砂、ゴミ、雑草などを原因とした通水障害などのように、構造機能に帰結しない性能の低下（維持管理上の問題等）は必要に応じ別途検討する。

表-1.1.1 開水路（用水路）の機能と性能及び指標の例

| 機能 | | 性能の例 | | 指標の例 |
|-------|----------|-----------------------|---|--|
| 本来的機能 | 1) 水利用機能 | 水利用に対する性能 (水利用性能) | 送配水性 配水弾力性 保守管理・保全性 | 送配水効率、用水到達時間、自由度、調整時間、調整容量、保守管理頻度(費用)、容易性、スペース(管理用地・管理用道路等の有無) |
| | 2) 水理機能 | 水理に対する性能 (水理性能) | 通水性 水位・流量制御性 分水制御性 | 通水量、漏水量、粗度係数、水位、水面動揺、水位・流量の制御、分水量・水位の制御 |
| | 3) 構造機能 | 構造に対する性能 (構造性能) | 力学的安全性 耐久性 安定性 | ひび割れ幅、変形量、摩耗量、鉄筋腐食量、不同沈下、周辺地盤の沈下や陥没、断面破壊に対する安全性、転倒、滑動、基礎地盤の支持力、浮上に対する安定性 |
| 社会的機能 | | 安全性・信頼性 経済性 環境性 | 漏水・破損事故履歴(率・件数)、補修履歴、耐震性、建設費、維持管理経費、景観、親水性、歴史的価値、自然環境 | |

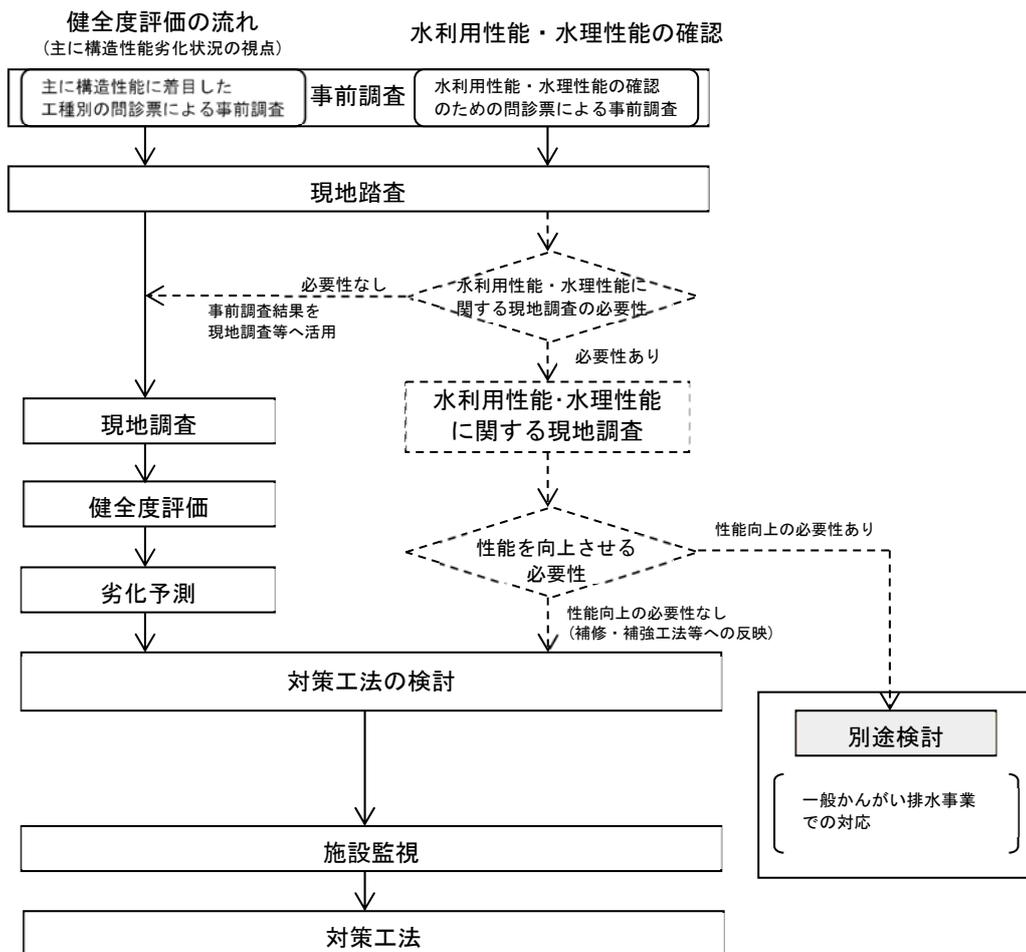
表-1.1.2 水路システム（用水）の機能の記述案

| 区分 | 具体的記述案 | 内容 |
|------|---|---|
| 目的 | 管理者が水源から目的地まで、所定の水量と水頭を維持して、用水を送水・配水することにより、水源から離れた所に位置する圃場、分水口又は、使用者に必要な用水を適時供給する。(本来機能：水利用) | 構造物に要求される性能内のある特定のもの(例えば構造機能)についての社会的最終目標を、一般的な言葉で表現したもの。 |
| 機能規定 | <p>(1) 水利用機能 水源から分水口又は、圃場まで適時、適量の用水を無効放流することなく効率的、公平かつ均等に送水・配水する。(狭義の環境性を含む)</p> <p>(2) 水理機能 用水を安全に流送、配分、貯留する。</p> <p>(3) 構造機能 (1)、(2)の機能を実体化するための水利構造物の形態を保持する。</p> <p>(4) 社会的機能 ①安全性・信頼性 定められた期間中に一定条件の使用環境のもとで、その機能を正常に果たす。 ②広義の環境性(多面的機能等) ③経済性</p> | 目的が満たされるために構造物が供給する機能を一般的な用語で説明する。 |

出典：農業水利のための水路システム工学-送配水システムの水理と水利用機能-中達雄、樽屋啓之(平成27年8月20日), P.36, 37に加筆

水利用性能・水理性能の調査・機能診断は主に通水時に実施する一方、構造性能の調査・機能診断は主に断水時に実施することに留意する必要がある。なお、水利用性能・水理性能の確認を行う場合は、個々の施設の性能だけでなく、水利システム全体として捉えつつ、通常の健全度評価のプロセスと併せて進めていく必要がある。そのうえで、水利用性能・水理性能の調査結果より水理計算や水理設計を見直し、施設の構造的な対策工法の検討等に反映させていくことが重要である。

水利用性能・水理性能の確認フロー



1.2 機能診断調査

機能診断調査は、既往の資料や設計・施工図書、施設管理者からの聴き取りなどの事前調査、及び施設の状態の概略把握を行うための現地踏査を予め実施し、これらによって得られる情報を基に、現地調査の調査地点の選定や調査方法、及び性能低下要因を検討し、効率的に現地調査を実施する。

調査の実施に当たっては、本編の他、「I. 計画編 2. 機能診断」を参考とする。

【解説】

事前調査、現地踏査、現地調査は図-1.2.1 に示す手順で実施する。

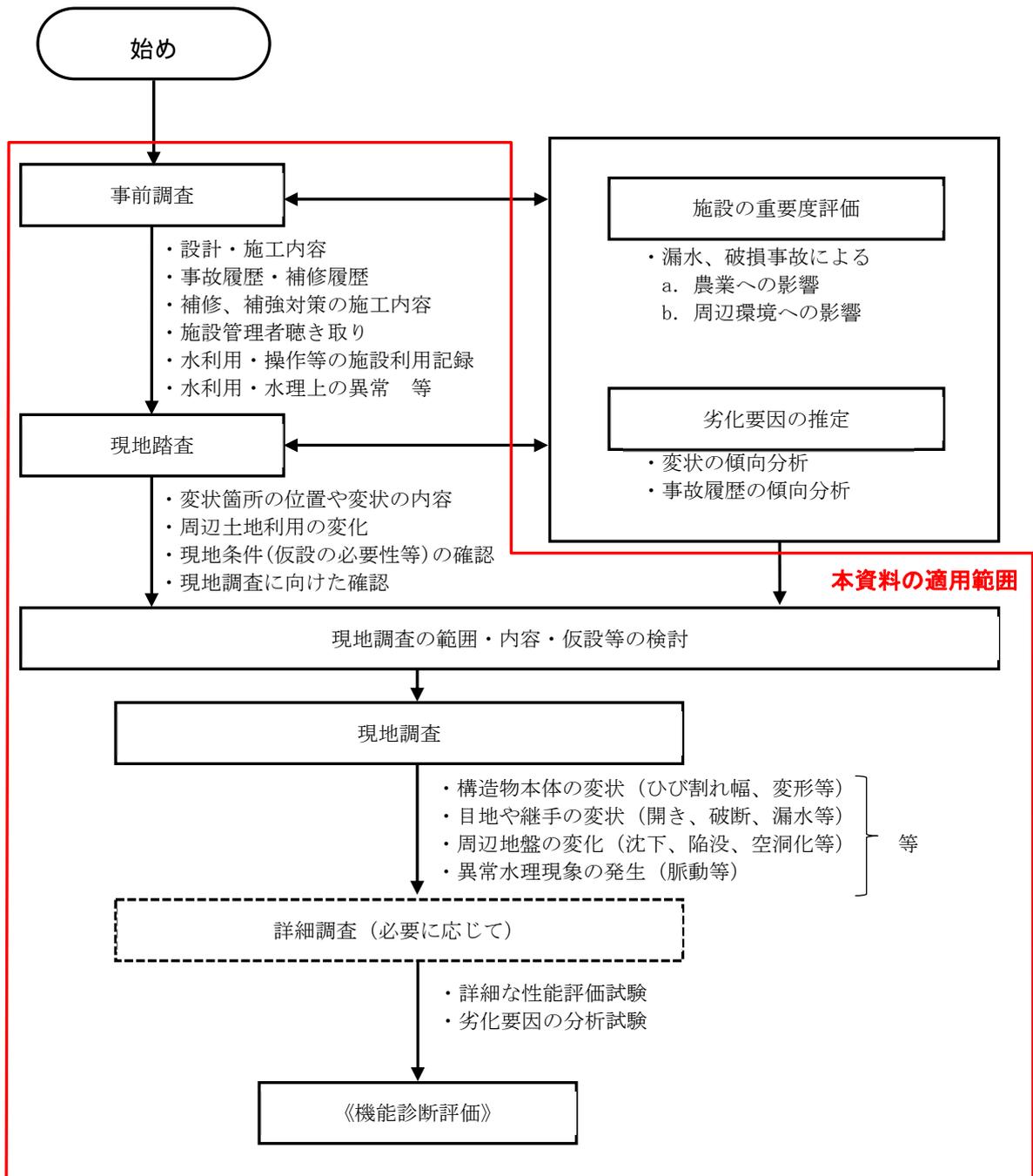


図-1.2.1 調査の手順

1.2.1 事前調査（既存資料の収集整理等）

事前調査では、施設の性能低下の状況や、その要因の特定・評価に必要となる施設の経歴（前歴事業の設計図書、補修等履歴情報等）、施設の供用環境（通水量の変動、水質等）、地域特性（寒冷地、海岸からの距離等）等に関する既存資料を収集整理する。また、土地改良区等の施設管理者からの聴き取りを行い、施設の現況を把握し、現地踏査において調査すべき事項や留意事項を明らかにする。

【解説】

事前調査は、施設の概要と問題点を把握して機能診断評価を効率的に実施するとともに、施設の立地条件を参考に、個別の劣化現象の可能性を評価する目的で実施する。

施設管理者（土地改良区等の担当者）への聴き取りに当たっては、対象施設毎に事前調査票（問診票）を準備し、問診票の項目に従って、施設の現況を把握する。また、現地踏査及び現地調査の実施についてのアドバイスについても施設管理者から受ける。

問診調査等と併せて、電子化されたデータベースを活用し、施設基本情報や補修等履歴、既往の機能診断結果を参考にする。

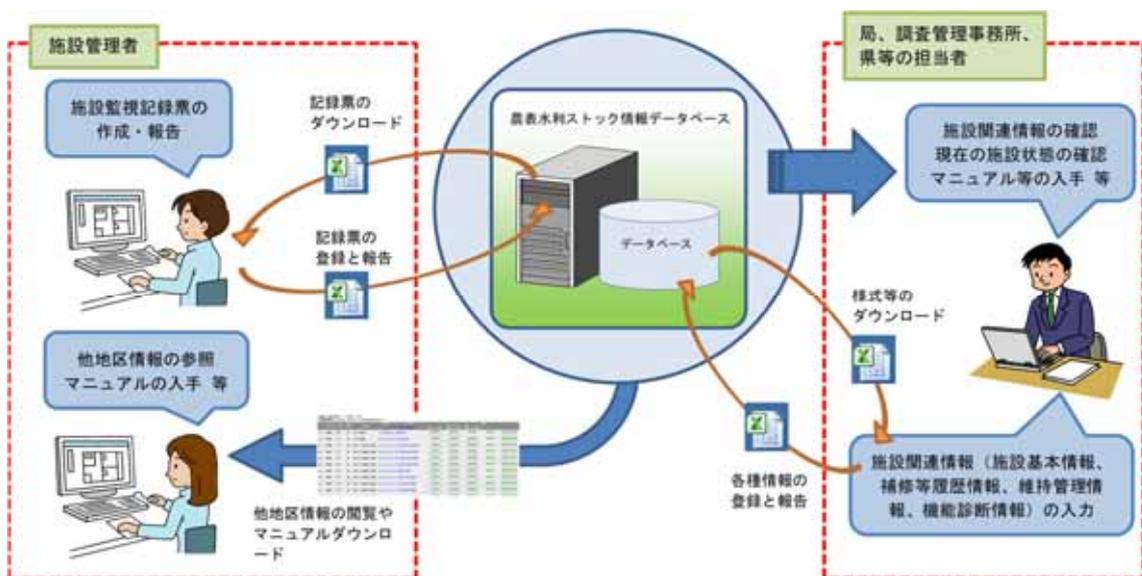


図-1.2.2 農業水利ストック情報データベースからの情報収集

(1) 既存資料の収集整理

設計、施工内容に関する調査では、以下の資料を可能な限り収集するとともに、必要に応じて、構造物の設計者、使用者や管理者、施工者に対して聴き取り調査を行う。

表-1.2.1 事前調査で収集する既存資料（例）

| 情報の種類 | | 参考資料 | データ収集元 | 備考 | |
|-----------|-------------------|--|---|------------------------------|------------------------|
| 施設諸元 | 事業の目的・経緯 | 工事誌・事業誌 | 事業主体 | 事業の目的・経緯 | |
| | | 事業情報 | DB | 事業開始・竣工年、総事業費、受益面積 | |
| | 施設量の把握 | 設計書・出来高図面 | 施設管理者 | 新設における施設構造、追加距離、工事名、コンクリート配合 | |
| | | 施工内容 | 事業主体 | コンクリートの使用材料・配合、施工記録、各種試験記録 | |
| | | 施設管理台帳 | 施設管理者 | 土地改良区で管理台帳を作成していることが多い | |
| | | 土地改良区管内図 | 施設管理者 | 特に規定されていないため縮尺は多様 | |
| | | 土地改良区パンフレット | 施設管理者 | 概要を把握するのに有効 | |
| 施設基本情報 | DB | DB上に登録されている施設を確認 施工年・施設延長・設計流量・工事費・施工者・附帯施設 | | | |
| 施設の補修履歴 | 土地改良施設維持管理適正化事業記録 | 施設管理者 | 土地改良区で実施した保全対策の記録の確認 | | |
| | 基幹水利施設管理事業記録 | 施設管理者 | 土地改良区で実施した保全対策の記録の確認 | | |
| | 災害復旧事業記録 | 施設管理者 | 既往災害及び復旧に関する記録 | | |
| | 補修等履歴情報 | DB | DB上に登録されている過去の補修履歴を確認 施工年・施工範囲・施工工法・施工理由・工事費 | | |
| 施設の日常管理 | 総代会議事録 | 施設管理者 | 日常管理の状況の確認 | | |
| | 日常の点検票 | 施設管理者 | 既往の日常点検票 | | |
| | 維持管理情報 | DB | DB上に登録されている過去の維持管理費を確認 管理体制、管理費 | | |
| 施設の機能診断結果 | 既往の機能診断報告書 | 事業主体 | 広域基盤整備計画調査などによる既往の施設機能診断結果 | | |
| | 機能診断情報 | DB | DB上に登録されている過去の機能診断結果を確認 施設変状発生箇所、総合評価結果 | | |
| その他 | 供用状況 | 取水量・通水量 | 頭首工操作規則 | 施設管理者 | 取水・通水量の経年的な増減の履歴 |
| | | | 水利使用規則 | 施設管理者 | 取水・通水期間 |
| | | 水質 | 既往調査結果 | 事業主体 施設管理者 | 水質に関する既往調査結果 |
| | 供用環境 | 土砂混入状況 | 既往調査結果 | 事業主体 | 土砂堆積や摩耗に関する既往調査結果 |
| | | 地質条件 | 地質図・航空写真 | 事業主体 施設管理者 | 軟弱地盤、地すべり地形、地下水位に関する情報 |
| | | 周辺利用 | 古地図・古い航空写真 | 事業主体 施設管理者 | 宅地化の進行や近接施工の有無 |
| | 地域特性 | 塩害の可能性 | 地形図 | 事業主体 | 海岸からの距離と地図上のおおよその位置 |
| | | 凍害の可能性 | 地形図 | 事業主体 | 地図上のおおよその位置 |
| | | ASRの可能性 | 地形図と施工記録 | 事業主体 | 施工年代と地図上のおおよその位置 |

注1) 表中のDBは農業水利ストック情報データベースを指す

注2) 緑の着色は、農業水利ストック情報データベースにより確認する情報

(2) 施設管理者に対する問診事項

施設管理者に対する問診事項としては、施設のどの位置に、どのような変状が発生しているかを聴き取ることを基本とするが、可能な限り変状の程度や発生時期、発生条件等まで確認する。

また、施設周辺の開発・都市化等による地形や建設物等の変化、事故等による社会的影響、施設の危険度についても聴き取りを行い、施設の重要度評価の基礎資料とする。変状が顕在化している箇所では、対策工の緊急性等について施設管理者の意識・要望等を把握する。現地調査時に断水調査等を想定している場合は、通水期間、断水可能期間（時間）等を把握しておく。

施設管理者への問診は、通常、日常点検票に施設管理者が定期的（施設の変状の程度に応

じて設定) に記入し、それらの日常点検票を機能診断調査の実施者が収集する。収集した日常点検票については、施設単位での事前調査票(問診票)の作成や、平面図に異常箇所やその内容等を書き込むなどして現地踏査における予備知識として活用できるように整理する。

なお、現状の施設に対して水利用機能や水理機能が適正に発揮されているかについても問診の対象とする必要がある。事前調査票(問診票)の水利用・水理の記載を確認した上で、水利用機能・水理機能の問診票を用いて溢水や下流への配水不足等の問題の有無を確認し、問題がある場合は、現地踏査等の際に、水路の余裕高、分水工の配水比等を調査するとともに、必要に応じて対策工法等に反映させる。これらの調査を行う場合には、かんがい期に調査を実施する必要がある。

表-1.2.3 に開水路における水利用機能・水理機能の問診票の例と、図-1.2.4 に水利システムの図の例を示す。



写真-1.2.1 施設管理者への聴き取り状況

表-1.2.2 開水路の事前調査票（問診票）の例

| 整理番号 | 1812001 | 調査年月日 | 平成 22 年 12 月 24 日 |
|--|---|---|--|
| 地区名 | S地区 | 記入者 | 〇〇コンサル(株)〇〇 〇〇 |
| 施設名 | K幹線 | | |
| 項目 | 異常の有無、内容※1 | | 異常箇所※2 |
| 構造上の 変状 | 構造物 | 1. 異常有り ①崩壊規模が大きく、水路機能の低下が著しい箇所がある ②鉄筋の露出箇所がある（鉄筋コンクリート開水路、柵きよ、矢板等） ③明らかな構造物の傾斜、変形、沈下、蛇行が見られる ④コンクリートの欠損、剥落が見られる ⑤目視で簡単に見分けられるひび割れや変色、摩耗などがある ⑥その他の異常が見られる（摩耗、粗骨材露出） 2. 異常無し | 測点 No. 5、7、12 付近 (i) その他（第4号暗渠） |
| | 目地部 | 1. 異常有り ①目地部の欠損、開き、ずれ、段差が著しく、漏水痕跡がある ②目地部のずれ、段差がみられるが漏水の痕跡は認められない ③その他の異常が見られる（ ） 2. 異常無し | |
| | 周辺地盤 | 1. 異常有り ①地すべり、地盤の崩壊が発生している ②地盤のゆるみが見られる ③その他の異常が見られる（ ） 2. 異常無し | |
| 水理・水 利用上 の異常 | 通水性 | 1. 異常有り ①所定の通水量が確保できない ②通水量が安定しない（管理が難しい） ③漏水が発生している 2. 異常無し | 水利用機能・水理機能の診断を行う場合には、次頁（表-1.2.3）の問診内容による |
| | 水位の維持 | 1. 異常有り ①水位の異常上昇、溢水がみられる ②水位の異常低下がみられる ③水位が安定しない 2. 異常無し | |
| 環境 （騒音・振動等、施設の変状・劣化と因果関係のあると思われるもの） | 1. 異常有り ①騒音・振動が認められる、苦情、改善要請がある ②その他の環境に関わる苦情、改善要請がある（ ） 2. 異常無し | | |

※1：異常の有無、内容は、該当する番号に○印をつける。

※2：異常箇所は、測点、もしくは大まかな位置及び水路形式を記入する。（例 〇〇橋近傍の左岸側壁）

水路形式は、以下の区分から選択して記入する。

(a) 鉄筋コンクリート開水路 (b) 無筋コンクリート開水路 (c) 柵きよ (d) 矢板型水路

(e) ブロック積水路 (f) 石積水路 (g) ライニング水路 (h) 無ライニング水路

(i) その他（ ）

表-1.2.3 開水路における水利用機能・水理機能の問診票の例

| 整理番号 | 0202100040006 | 調査年月日 | 平成 年 月 日 | |
|-------|----------------------|---|--------------|--------------------------|
| 地区名 | かん耕) ○○地区 | 記入者 | ○○コンサルタンツ(株) | |
| 施設名 | A幹線 | 形態 | 開水路 | |
| 機能 | 性能 | 異常の有無、内容※1 | | 異常箇所※2 |
| 水利用機能 | 送配水性 | 1. 異常あり ・末端への用水到達時間が遅い ・送配水の問題から計画上の取水量では末端で必要水量を確保できない 2. 異常なし 【特記事項】 ・多少時間がかかり遅いと感じるが、受益者からの苦情はない | | 2号支線 (a)鉄筋コンクリート開水路 |
| | 送配水弾力性 | 1. 異常あり ・用水需要の変動に対して応答ができていない ・無効放流が多く発生している 2. 異常なし 【特記事項】 ・多少時間がかかり遅いと感じるが、受益者からの苦情はない | | 2号支線 (a)鉄筋コンクリート開水路 |
| | 保守管理・保水性 | 1. 異常あり ・日常的な保守管理に要する費用や労力が増加している ・保守管理に必要な施設(管理用道路、除塵・排砂施設等)が不足している 2. 異常なし 【特記事項】 ・除塵設備の破損により塵が流入し、維持管理に要する費用と労力が近年増加している | | 3号支線 (a)鉄筋コンクリート開水路 |
| 水理機能 | 通水性 | 1. 異常あり ・所定の流量流下時に不安定な流況が生じる、溢する時がある ・所定の流量流下時に余裕高が不足する(天端付近まで水位が上昇する) ・水路の沈下や変形等により、安全に水が流れない区間がある ・漏水が生じている(又は漏水が疑われる箇所がある) ・必要な水位が確保できていない 2. 異常なし 【特記事項】 ・目地部から漏水が生じている | | 1号支線 (a)鉄筋コンクリート開水路 |
| | 水位・流量・圧力制御性 分水制御性 | 1. 異常あり ・水位、流量、圧力等各種制御設備に不具合や操作上の問題等がある ・分水制御設備に不具合や操作上の問題等がある 2. 異常なし 【特記事項】 ・水位制御ゲートの老朽化により適正な水位制御ができない | | 5号支線 (a)鉄筋コンクリート開水路 |
| | 水位・流量計測性 | 1. 異常あり ・水位、流量等の計測設備に不具合がある(故障又は破損している) ・水位、流量等の計測設備が不足している 2. 異常なし 【特記事項】 ・水路の分岐地点に計測設備がなく、流量の把握ができない | | 2、3号支線 (a)鉄筋コンクリート開水路 |
| | 分水均等性 | 1. 異常あり ・管理基準に準拠した分水量が適正に配分できない(分水ゲート等の形式やゲート開度に不具合がある) ・分水の問題から、末端で必要水量を確保できない 2. 異常なし 【特記事項】 ・水位制御ゲートの老朽化により過剰分水が生じる | | 2、3号支線 (a)鉄筋コンクリート開水路 |
| | 放余水性 | 1. 異常あり ・放流施設の不具合により豪雨、洪水時等の余水放流が適切にできない ・余水放流施設が不足している 2. 異常なし 【特記事項】 ・放水ゲートの老朽化によりゲート操作に不具合がある | | 4号支線 (a)鉄筋コンクリート開水路 |
| | | | | |

※1：異常の有無、内容は、該当する番号に○印をつける。

※2：異常箇所は、測点、又は大まかな位置及び水路形式を記入する。(例 ○○橋近傍の左岸側壁)

水路形式は、以下の区分から選択して記入する。

- (a)鉄筋コンクリート開水路 (b)無筋コンクリート開水路 (c)柵きよ (d)矢板型水路
 (e)ブロック積水路 (f)石積水路 (g)ライニング水路 (h)無ライニング水路
 (i)その他 ()

【水利システムの図化】

水利用機能や水理機能の問診を実施する場合に当たっては、事前に図-1.2.4のような水利系統や各水利施設が俯瞰的に把握できる模式図を作成して活用する。作成に当たっては、施設の受益面積や水量の当初と現在を記入するとともに、鉄道や主要道路、住宅密集地など立地条件の情報を記入し、水利システムと地域社会との繋がりを明らかにしておくが良い。

水利システム図は既存資料や問診調査結果に基づき、下記の手順を参考に作成する。なお、作成した水利システム図は、情報等に齟齬がないよう施設管理者に内容を確認してもらうことが望ましい。

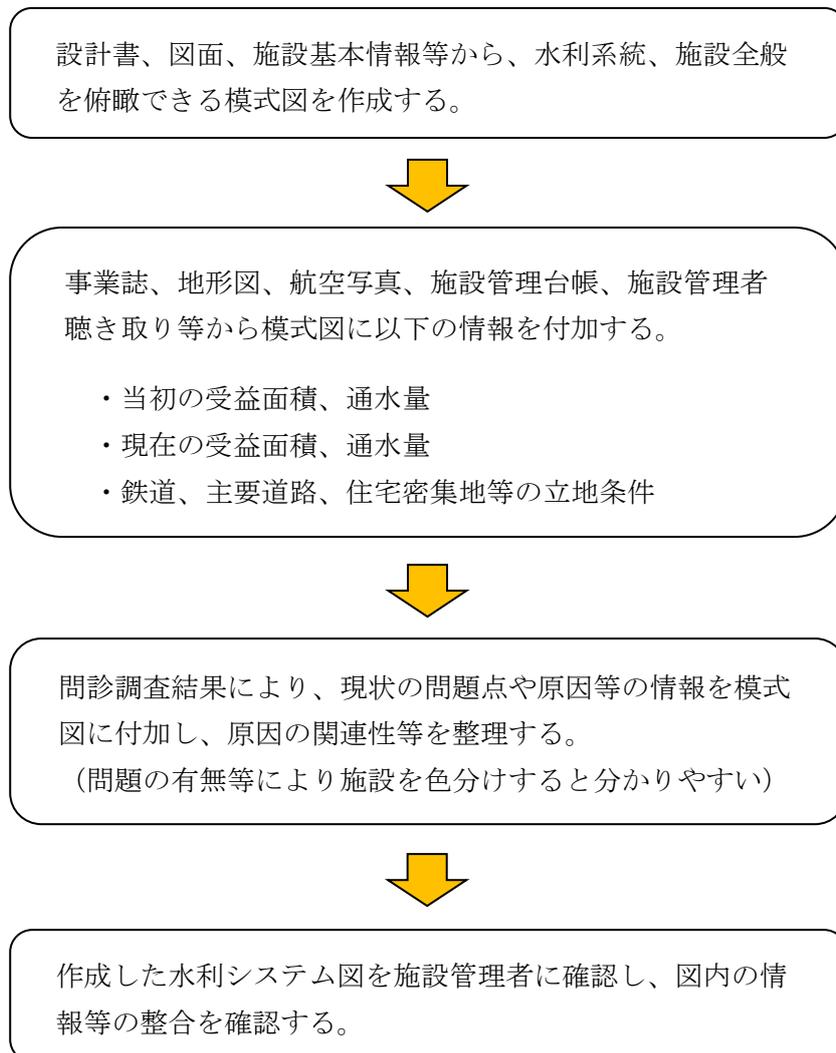


図-1.2.3 水利システム図の作成手順（例）

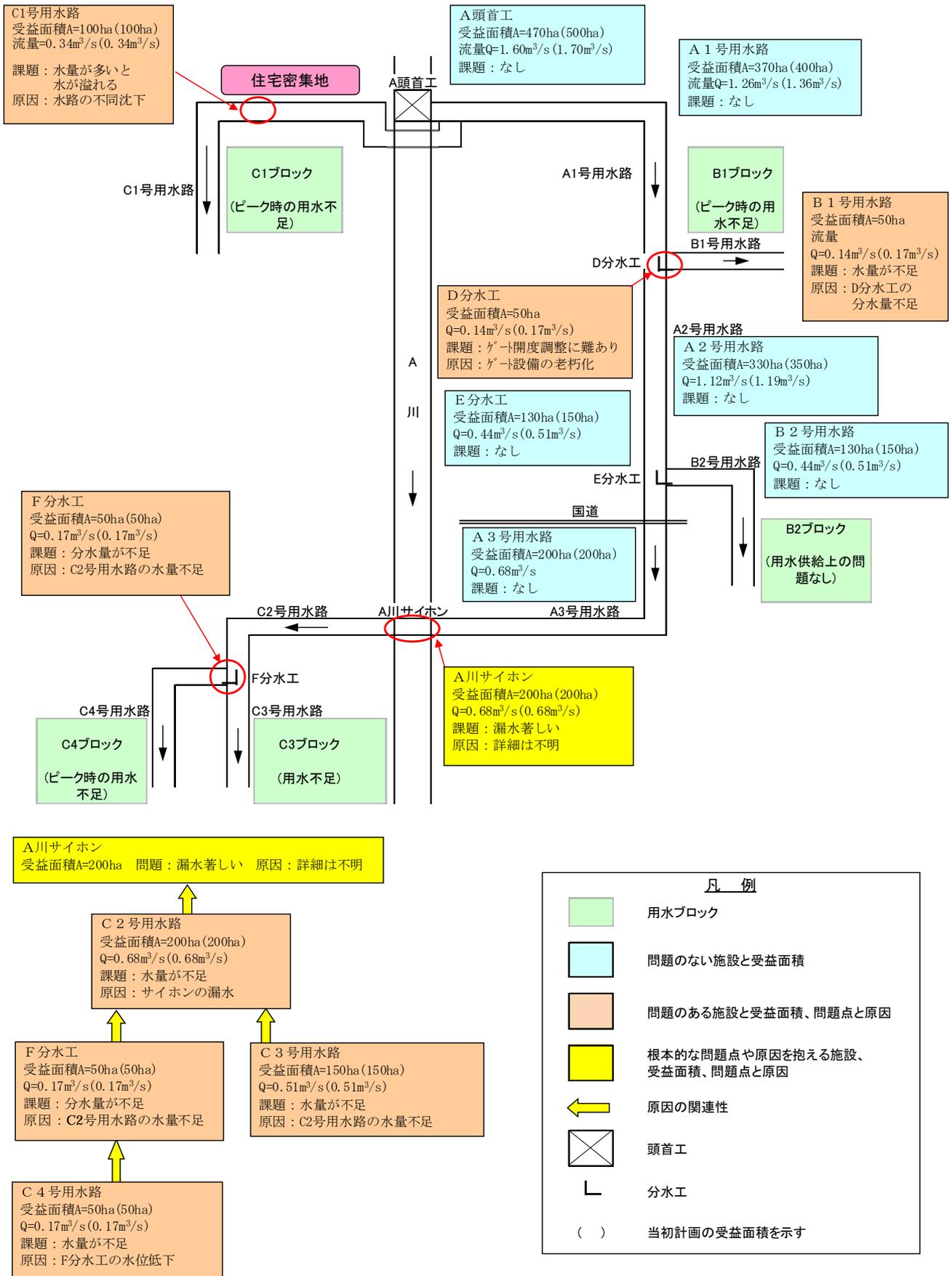


図-1.2.4 水利システム図 (例)

(3) 施設情報の図化

過去のひび割れ状況等の現地踏査・現地調査に必要な情報は、平面図・縦断図、展開図等に記載し整理することが望ましい。なお、情報の図化に当たっては、写真や農地地図情報（GIS）の活用も有効である。