

農業水利施設の機能保全の手引き

「開水路」

平成28年8月

目 次

第1章 開水路の基本事項	1
1. 1 開水路の特性を踏まえた検討	1
1. 1. 1 水路の構成施設	1
1. 1. 2 開水路の構造	4
1. 2 開水路の性能管理	7
1. 2. 1 開水路の機能と性能	7
1. 2. 2 開水路の性能に着目した管理	11
1. 2. 3 健全度指標	16
1. 3 施設の重要度評価	17
1. 4 リスク管理	21
1. 5 耐震診断	24
1. 6 開水路のストックマネジメントの流れ	28
第2章 日常管理	30
2. 1 日常管理	30
第3章 機能診断	32
3. 1 基本的事項	32
3. 2 事前調査（既存資料の収集整理等）	35
3. 3 現地踏査（巡回目視）	42
3. 4 劣化要因の推定	45
3. 5 現地調査（近接目視と計測）	47
3. 6 機能診断評価の視点	53
3. 7 施設の健全度評価	56
第4章 機能保全計画	58
4. 1 機能保全計画の策定プロセス	58
4. 2 対象施設のグルーピング	60
4. 3 劣化予測	62
4. 4 機能保全計画の策定	66
4. 4. 1 機能保全計画の作成	66
4. 4. 2 対策工法選定に当たっての留意事項	67
4. 4. 3 経済性による対策の検討	69
4. 4. 4 施設監視	72
4. 4. 5 情報の保存・蓄積・活用	79
4. 4. 6 関係機関による情報共有	79
用語の定義	80
参考文献	88

第 1 章 開水路の基本事項

1. 1 開水路の特性を踏まえた検討

開水路の効率的な機能保全に向けて、ストックマネジメントの各プロセスにおいて、水路の設置目的（用水・排水の別）や構成施設ごとの特性を十分に踏まえた検討を行うことが重要である。

【解説】

- ・ 開水路は、水路の水利条件、路線の立地条件、水理上の条件、構造上の条件及び施工条件等を満足し、その特性に応じた工種が選定される。また、構造、材質、断面等の諸元が多岐にわたるため、構成施設ごとの変状とその要因は様々である。さらに、トンネルや地中埋設構造物の暗きょやサイホンでは、施設の機能診断は技術的、経済的に直接調査が困難な場合などがある。

このため、開水路の効率的な機能保全のためには、ストックマネジメントの各プロセスにおいて、これらの施設の特性を十分に踏まえた検討を行うことが重要である。

1. 1. 1 水路の構成施設

水路は用水路系と排水路系に分類され、水路の組織は、通水施設、分水施設、量水施設、合流施設、調整施設、保護施設、安全施設、環境配慮施設、付帯施設及び管理施設から構成される。開水路形式の水路は開水路、暗きょ、トンネル、水路橋、サイホン等により構成される。

水路の構成施設については、施設を構成する構造・設備の要素に応じて分類を行い、それぞれの特性を考慮した検討を行う。

【解説】

- ・ 開水路形式は、農業用排水の流送を主目的として設置する水路の中で自由水面を持つ水路を主体とする水路組織であり、その目的により用水路系と排水路系に分類される。用水路系の水路は、水利用計画に基づきかんがい用水を過不足なく効率的に流送できるよう、計画上から要求される流量を送配水する機能を有し、排水路系の水路は、受益地域のたん水被害を未然に防止するため、降雨流出を受益地から排水先まで迅速かつ安全に通水する機能を有する。

- ・ 水路は図1-1に示す各施設により構成されるが、機能や目的に応じて様々な工種・形式があり、その特性に応じた特徴的な変状を示すことに留意する必要がある。

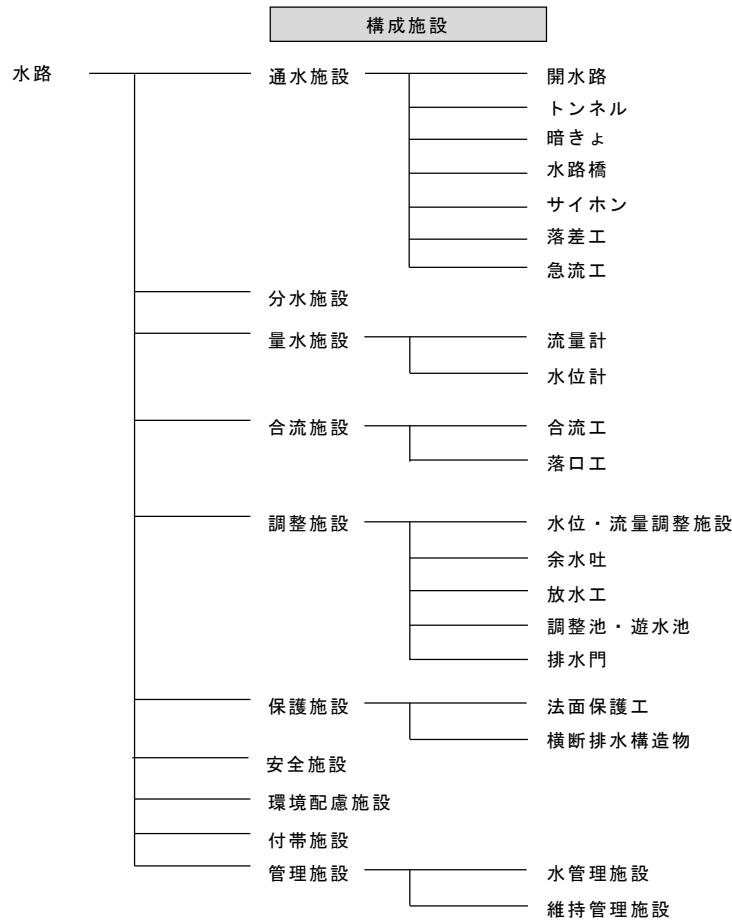


図1-1 水路の構成施設

表 1-1 水路の構成施設

施設名	概 要	具体的な施設（例）
通水施設	水を流送するための水路組織の主要部分を構成する施設	開水路、トンネル、暗きょ、サイホン等
分水施設	幹線から支線等へ用水をその必要量に応じて調整配分する施設	定比分水工、操作式分水工、定量分水工等
量水施設	用水利用の効率化を図るための通水量を計測・記録する施設	流量計、水位計等
合流施設	主として排水路において支線から幹線等へ合流又は流入させる施設	合流工、落口工
調整施設	水路の分水及び合流等の機能、安全性を確保するため、水路内の水位、水圧、流速、流量を調整する施設 流量、水位の時間的変動を調整する施設	水位・流量調整施設、余水吐、放水工、調整施設、排水門等
保護施設	通水施設の水路諸施設自体を機能的、構造的に保護するための施設	法面保護工、排水構造物（横断排水工等）
安全施設	水路管理者及び第三者の安全を確保するための施設	ガードレール、フェンス、救助施設・昇降施設等
環境配慮施設	生物のネットワーク及び景観面等の環境との調和に配慮するための施設	瀬・淵、魚巢ブロックを設置した水路等
付帯施設	水路の新設又は改修に伴い既設のほか施設等の機能を確保するための補償的性格の施設	橋梁その他横断構造物等
管理施設	水管理及び水路諸施設の維持管理のための施設	水管理施設 維持管理施設（除塵施設、管理用道路等）

- ・ なお、機能面からは主要かんがい地域に送水を目的とする幹線水路と配水を目的とする支線水路に分類され、目的からは農業用水を流送する用水路と農地及び集落の排水の流送又は農地の地下排水を受けるための排水路、用水と排水の双方の目的を有する用排水兼用水路に分類される。

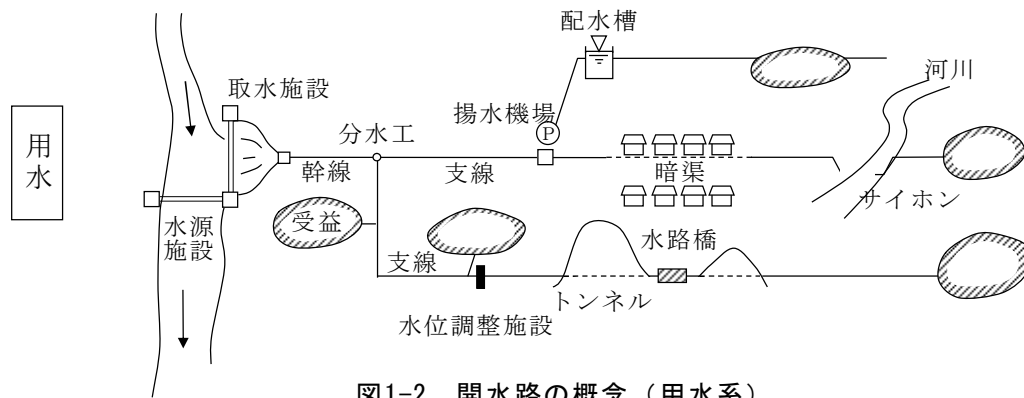


図1-2 開水路の概念（用水系）

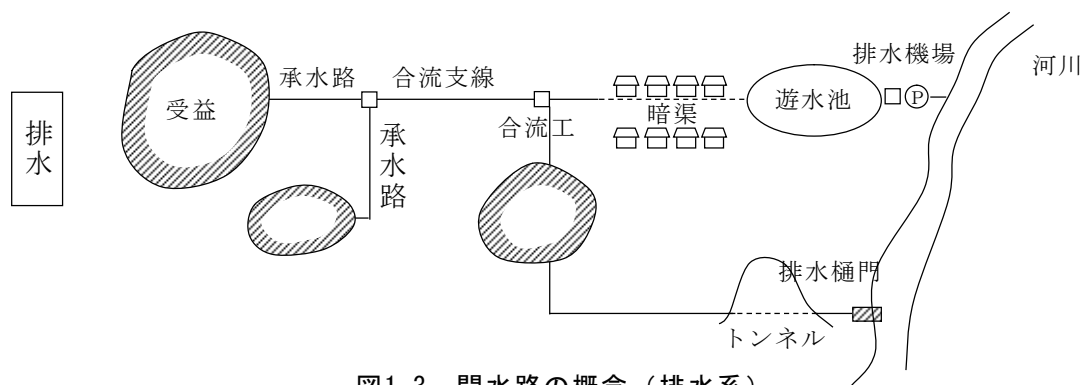


図1-3 開水路の概念（排水系）

- ・ なお、関連する基準として、開水路形式の水路のうち、暗きょ、サイホン等は、その多くが地中埋設構造物であり、施設の機能診断は、技術的、経済的に直接調査が困難な場合もあることから、これらの機能診断に当たっては、施設の構造等に応じて、地中埋設構造物の圧力管路を対象とした「農業水利施設の機能保全の手引き-パイプライン-（平成 28 年 8 月）」も参照されたい。また水路トンネルは「農業水利施設の機能保全の手引き-水路トンネル-（平成 28 年 8 月）」を、水路橋の下部工については「農業水利施設の機能保全の手引き-頭首工-（平成 28 年 8 月）」の堰柱等を参照されたい。

- ・ 分水施設や調整施設などの鉄筋コンクリート構造物に類する施設については「農業水利施設の機能保全の手引き（平成 27 年 5 月）」に、ポンプ設備については「農業水利施設の機能保全の手引き-ポンプ場（ポンプ設備）-（平成 25 年 4 月）」に、電気設備については「農業水利施設の機能保全の手引き-電気設備-（平成 25 年 5 月）」に、水管理制御設備については「農業水利施設の機能保全の手引き-水管理制御設備-（平成 25 年 5 月）」に、また、ゲート設備については「農業水利施設の機能保全の手引き-頭首工（ゲート設備）-（平成 22 年 6 月）」に基本的事項を示しており、それぞれ必要に応じて参照されたい。

1. 1. 2 開水路の構造

開水路は、農業用水及び農用地等の排水の流送を主目的として設置する水路組織の中で自由水面を持つ通水施設の 1 つであり、その構造材料や安定性から「鉄筋コンクリート開水路」、「無筋コンクリート開水路」、「その他開水路」に大別され、形式ごとに特徴的な変状を示すことに留意する必要がある。

【解説】

- ・ 開水路は、図1-4に示すように、構造材料や安定性から、擁壁型水路、ライニング水路及び無ライニング水路に大別される。
- ・ 本手引きでは、その構造材料や安定性に着目し、擁壁型水路のうちフリームや鉄筋コンクリート二次製品水路といった鉄筋コンクリート構造の水路を「鉄筋コンクリート開水路」、無筋コンクリートを構造材料とするコンクリート擁壁水路を「無筋コンクリート開水路」、それ以外の擁壁型水路、ライニング水路及び無ライニング水路を「その他開水路」とする水路形式に分類し、ストックマネジメントのプロセスについて解説する。

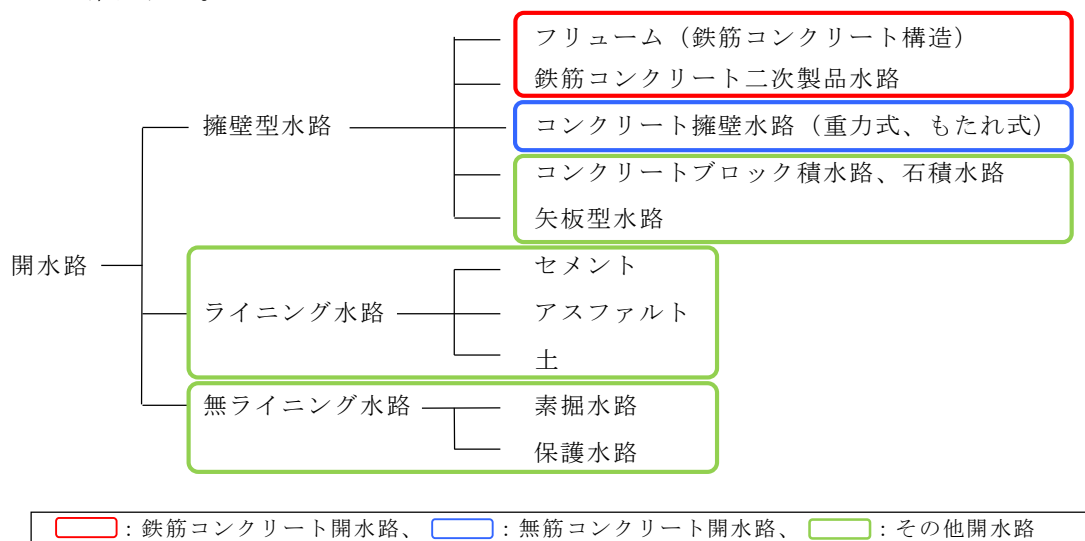


図 1-4 開水路の構造的分類

(1) 「鉄筋コンクリート開水路」

- 「鉄筋コンクリート開水路」の代表であるフリューム（鉄筋コンクリート構造物）は、水路側壁と底版が構造的に一体となって土圧、水圧等の荷重を支持する形式の水路である。一方、鉄筋コンクリート二次製品水路は、規定の設計諸元に基づき、工場等で製造された単体、又は工場製品部材をコンクリート材料等で接合するか、あるいは組み合わせたものである。表 1-2 に、農業水利施設として利用頻度の高い主な鉄筋コンクリート二次製品水路を示す。

表 1-2 鉄筋コンクリート二次製品水路の種類

工 種	規 格
鉄筋コンクリートベンチフリューム (通称：ベンチフリューム)	JIS A 5318
鉄筋コンクリートフリューム (通称：U 字フリューム)	JIS A 5318
鉄筋コンクリート排水フリューム (通称：排水フリューム)	—
鉄筋コンクリート大型フリューム (通称：大型フリューム)	農業土木事業協会規格
鉄筋コンクリート水路用 L 形 (通称：L 形ブロック)	農業土木事業協会規格

(2) 「無筋コンクリート開水路」

- 「無筋コンクリート開水路」を代表する水路形式としては、重力式擁壁水路やもたれ式擁壁水路が挙げられる。

表 1-3 「無筋コンクリート開水路」の概要

分 類	安定機構	形 式	概 要
無筋コンクリート開水路	自立式	重力式擁壁	無筋コンクリート構造で、自重によって土圧に抵抗する形式。壁高が 2～3m 程度までの排水路及び用排兼用水路に用いられる。転倒や基礎地盤の沈下に留意する必要がある。
	もたれ式	もたれ式擁壁	無筋コンクリート構造で、地山又は裏込め土などに支えられながら自重によって土圧に抵抗する形式。主に切土部に用いられる。

(3) 「その他開水路」

- ・ 「その他開水路」を代表する水路形式としては、矢板型水路、コンクリートブロック積水路、石積水路、ライニング水路等が挙げられる。

表 1-4 「その他開水路」の概要

分 類	安定機構	形 式	概 要
その他 開水路	自立式	矢板型水路	矢板や親杭の根入れ地盤の受働抵抗と矢板の曲げ剛性によって土圧に抵抗する形式。矢板の種類には鋼矢板、コンクリート矢板等があり、主に水路護岸としては、鋼矢板及びコンクリート矢板が用いられている。なお、水路護岸のほかに、盛土掘削時の土留めを目的に使用されることが多い。
	もたれ式	コンクリート ブロック積水路 石積水路	コンクリートブロックあるいは間知石を積み重ねた構造。ブロック接合部が構造的な弱点であり、変形部位がほかの部位に拡大することもある。主に練積みは用水路に、空積みは排水路や環境に配慮した水路に用いられる。側壁高は練積みの場合 5m、空積みの場合 3m 程度以下の規模が一般的である。
	基礎地盤 等の安定 性に基づく	ライニング水路	コンクリートブロックやセメント等の材料によって水路表面をライニングしたもので、水路の安定性は法面及び基礎地盤の安定に基づく構造である。法面勾配は 1:1～1:1.5 の範囲が多く、侵食に対する抵抗や水理条件の向上に適する。
		無ライニング水路	自然地盤を掘削するか又は堤防を盛立てただけの素堀水路と、内面通水部分を芝、安定剤、敷砂利等で保護した保護水路がある。

1. 2 開水路の性能管理

1. 2. 1 開水路の機能と性能

開水路は、農業用水及び農用地等の排水を流送する目的を果たす機能を有し、これらの機能は水利用機能、水理機能、構造機能等に分類される。また、これらの機能のほか、農業水利施設全般に求められる安全性・信頼性等といった社会的機能がある。

開水路の性能は、これらの機能を発揮する能力であり、ひび割れ幅、変形などといった複数の性能指標で表すことができる。

【解説】

- ・ 開水路は、農業用水及び農用地等からの排水を流送する目的を果たす機能を有し、これらの機能は水利用機能、水理機能、構造機能等に分類される。農業水利施設の目的は、水利用機能の発揮であり、水理機能、構造機能は、水利用機能の発揮を支える関係にある。また、これらの機能のほかに自然災害や事故等におけるリスクなどに対する安全性・信頼性や経済性、環境性等といった社会的機能がある（図 1-5）。これらの機能を発揮する能力が性能であり、指標として具体的な数値等で表すことができる。

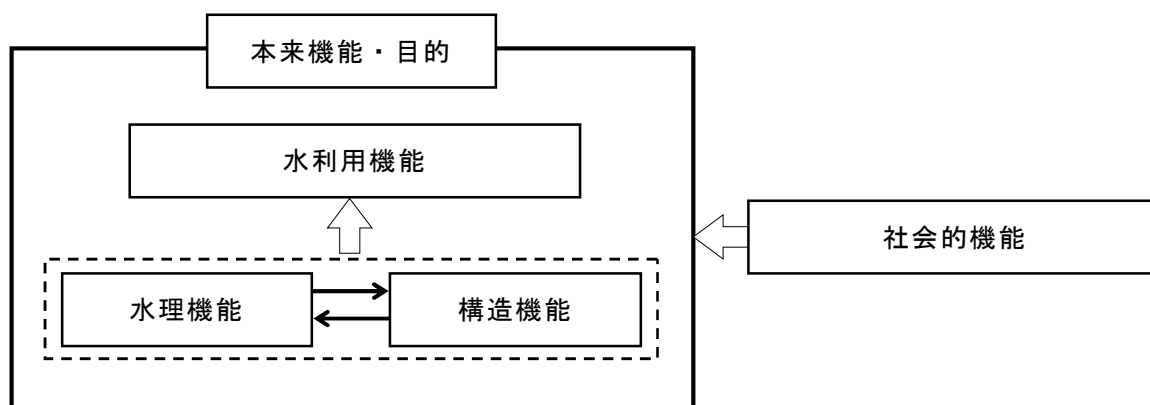


図 1-5 基本的機能のイメージ

- ・ 本来的な機能に関する性能は、ひび割れ幅、水路の変形等の物理的状態を指標として具体的に表すことができる。社会的機能に関する性能項目には、事故の発生による人的被害や周辺施設への社会的影響から、漏水・破損事故履歴、補修履歴を指標とする安全性・信頼性、維持管理経費、補修費等を指標とする経済性及び景観、親水性等を指標とする環境性がある。

- ・ 開水路（用水路）の機能と性能及び指標の例を表 1-5 に示す。

表 1-5 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

【参考】水路システムの機能

「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、樽谷啓之）では、水路システムの機能について以下のとおり整理されている。

○水路システムの基本的要求機能として、用水の供給機能すなわち水利用機能がその施設の本来の固有の機能に位置付けられる。階層的には、これが上位機能になり、この機能を実現する下位の機能として水理機能と構造機能が構造化されている。

○近年では、環境性に対する社会的価値が増大し、この機能・性能の位置付けの議論も重要である。このため、施設の周辺に対する狭義の環境性を水利用機能に位置付け、一方、システム全体が発揮し、その影響が広域に及び洪水緩和や地下水涵養などの広義の環境性である多面的機能は、社会的機能に位置付けられている。

○水利用機能を実現する基盤的機能としてシステムを構成している各水利構造物に対して水理機能と構造機能が求められる。この本来機能のほかに全ての人工物には、社会的に経済性と安全性・信頼性が要求され、近年では環境性が重要視される。

・

表 1-6 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	(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） (2) 水理機能 用水を安全に流送、配分、貯留する。 (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。 (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	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。

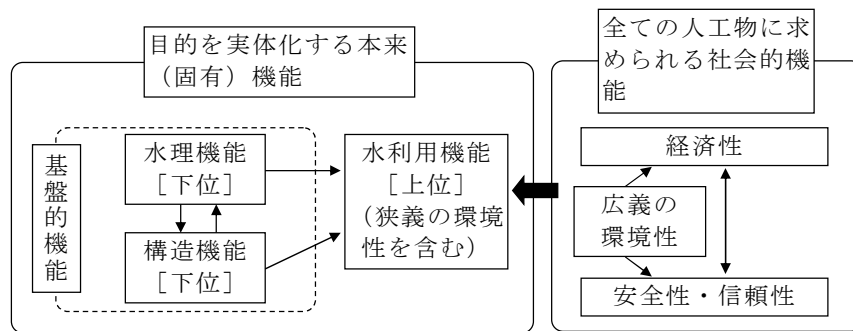


図 1-6 水路システム（用水）の基本的機能の構造化案

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

【参考】水利用機能、水理機能の診断について

ストックマネジメントにおいては、主に構造性能に関わる性能指標を総合した健全度指標により施設の劣化状態を定性的に管理するという手法が用いられているが、水利用性能・水理性能の状況に留意することが重要であり、機能診断等を実施するプロセスの中で、水利用性能・水理性能についても併せて確認していくことが望ましい。

水利システムの水利用性能、水理性能の診断は、構造性能の機能診断手順と大きく変わることなく実施でき、①資料収集や施設管理者からの聴き取りによる事前調査、②巡回目視により概況の把握を行う現地踏査、③近接目視、計測、試験等により定量的な調査を行う現地調査、の3段階で実施することが基本となる（図 1-7）。ただし、機能診断の実施時期については、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なる。

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。その上で、水利用性能・水理性能の調査結果より水理設計を見直し、施設の構造的な対策工法の検討等に反映させる。

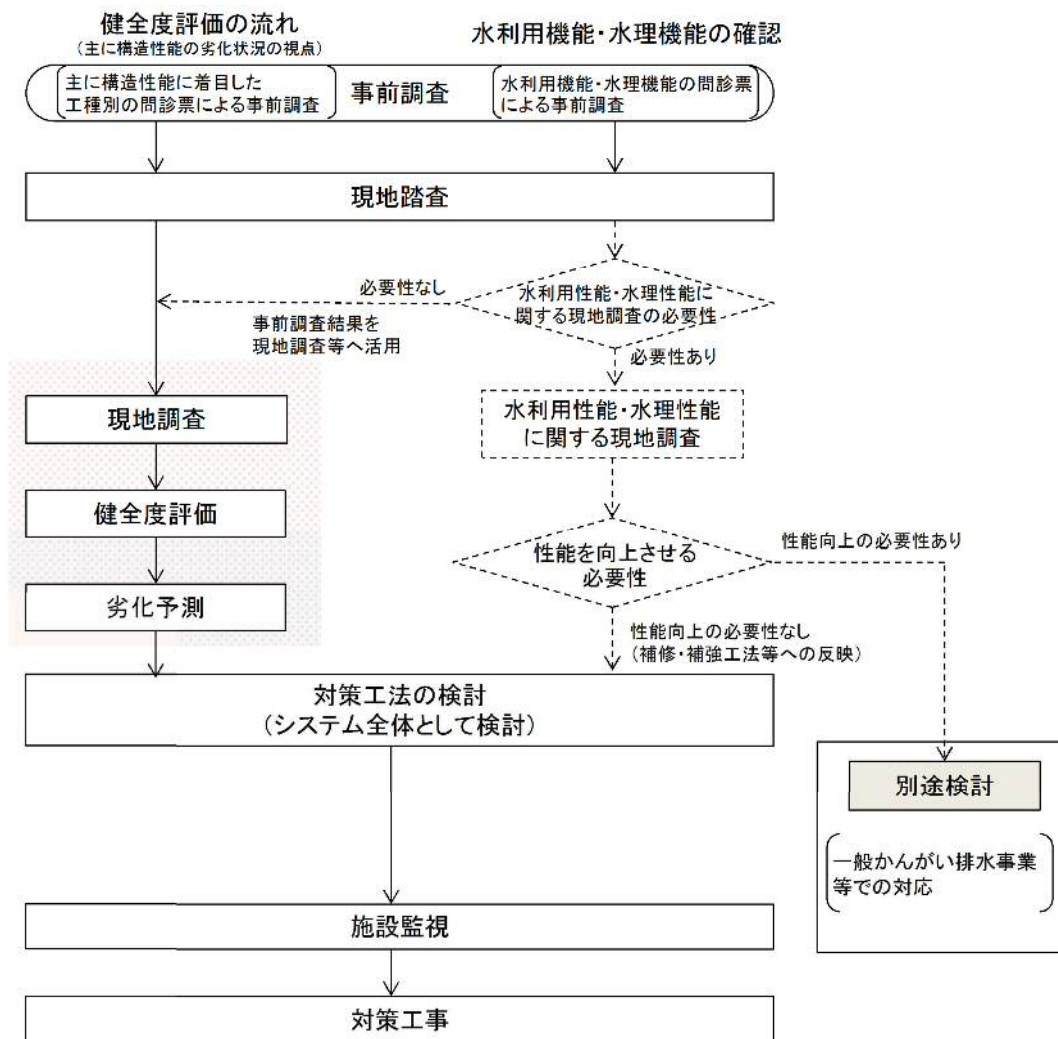


図 1-7 水利用機能・水理機能の確認フローの例

1. 2. 2 開水路の性能に着目した管理

開水路の性能管理は、形式ごとに着目した性能について、要求が満たされるよう管理していくことが求められる。また、性能管理の指標は可能な限り定量的な個別の指標を用いることとする。

この際、個々の施設に応じた重要度や許容し得るリスク等を勘案して、性能低下を許容できる性能水準（管理水準）を設定する必要がある。

【解説】

（１）開水路の性能管理

１）「鉄筋コンクリート開水路」

- ・ 「鉄筋コンクリート開水路」の構造性能は、水理機能へ影響を与えかつ水理性能とともに、水利用機能を下支えしており、その構造機能の性能低下の状況は、ひび割れや摩耗、鉄筋の腐食による錆汁の発生等の躯体の状態や基礎地盤の状態等の外形的状態から相当程度把握できる。そのため、施設の構造性能の低下が致命的になる前に補修・補強等を実施する予防保全対策をとることが、経済的かつ効率的な長寿命化につながる場合が多く、ひび割れや変形等の外形的な構造状態に着目した性能管理を行うことを基本とする。

２）「無筋コンクリート開水路」

- ・ 「無筋コンクリート開水路」は、構造物自体が自重で外力に対して安定性を保つ、又は、地山や裏込め土等の背面土に支えられて安定性を保つため、外力により躯体の滑動や転倒、沈下などの変状が生じやすく、構造物と接する地盤や地下水等の環境条件により影響を受ける。このため、「無筋コンクリート開水路」については、コンクリートのひび割れ、剥離・剥落、摩耗等の材料的な変状だけでなく、構造物自体の変状（転倒や滑動、沈下や蛇行等）や構造物周辺の変状（背面土の空洞化、周辺地盤の陥没等）といった外部要因による構造安定性に関する指標に着目した性能管理を行うことを基本とする。

３）「その他開水路」

- ・ 「その他開水路」は、地山や裏込め土等の背面土に支えられるか、地盤の安定性に基づいて施設の安定性を保つため、構造物と接する地盤や地下水等の環境条件により影響を受ける。このため、個々の部材又はこれらが連なった状態に対して、構造物自体の変状（変形や傾き、沈下や蛇行等）や構造物周辺の変状（背面土の空洞化、周辺地盤の陥没等）といった外部要因による構造安定性に関する指標に着目した性能管理を行うことを基本とする。

また、その他開水路においては、歴史的な価値を有している水路、親水性や生態系の保全を考慮している水路もあることから、当該水路の現状保存の要求の有無を把握した上で、性能管理を行うことが必要である。

4) 各水路形式に共通する性能管理の留意事項

① 水利用機能及び水理機能への着目

- ・ 堆砂、ゴミ、雑草などを原因とした通水障害のように、構造機能の性能低下以外にも水利用機能や水理機能に与える影響が大きい要因が存在する場合には、水利用機能や水理機能に着目した検討を行う必要がある。また、主要道路や鉄道、住宅地等が隣接している水路や天井川となっている水路の場合、そこでの漏水や破損事故は、水利用機能や水理機能の他、安全性・信頼性、経済性といった社会的機能に関する性能低下を引き起こすことから、これらに関する指標も必要に応じて検討する。

② 排水系の開水路

- ・ 排水系の開水路では、例えば、ブロックのずれや緩みなどの構造機能の性能低下が見られても、水理機能（通水性）に問題がない場合がある。このような場合においては、施設の状態や周辺環境の状況に応じて、ブロックのずれや緩みといった構造機能に係る性能指標ではなく、水利用機能や水理機能に係る性能指標に着目して性能管理を行うことも検討する。

(2) 開水路の性能低下

- ・ 性能低下は、様々な要因に影響されて進行するが、これらの中から、支配的な要因を判定して、劣化予測等を行うことが基本となる。開水路の変状の要因は、敷設条件、設計条件、水路形式ごとに異なることに留意する。

1) 「鉄筋コンクリート開水路」

- ・ 鉄筋コンクリート施設の性能低下には、コンクリートの摩耗、中性化などの内部要因、不同沈下、基礎地盤の空洞化などの外部要因のほか、目地の劣化などその他の要因など様々なものがあり、その劣化の進行も施設ごとに異なる。しかし、いずれの場合も鉄筋の腐食により劣化が急速に進展する共通の性質を持っていること、鉄筋の腐食とひび割れには相互に因果関係があることから、調査・評価、劣化予測、対策工法の検討においては、これらの特質に着目することが重要である。

なお、「鉄筋コンクリート開水路」の主要な性能低下プロセスは、図 1-8 のとおりである。

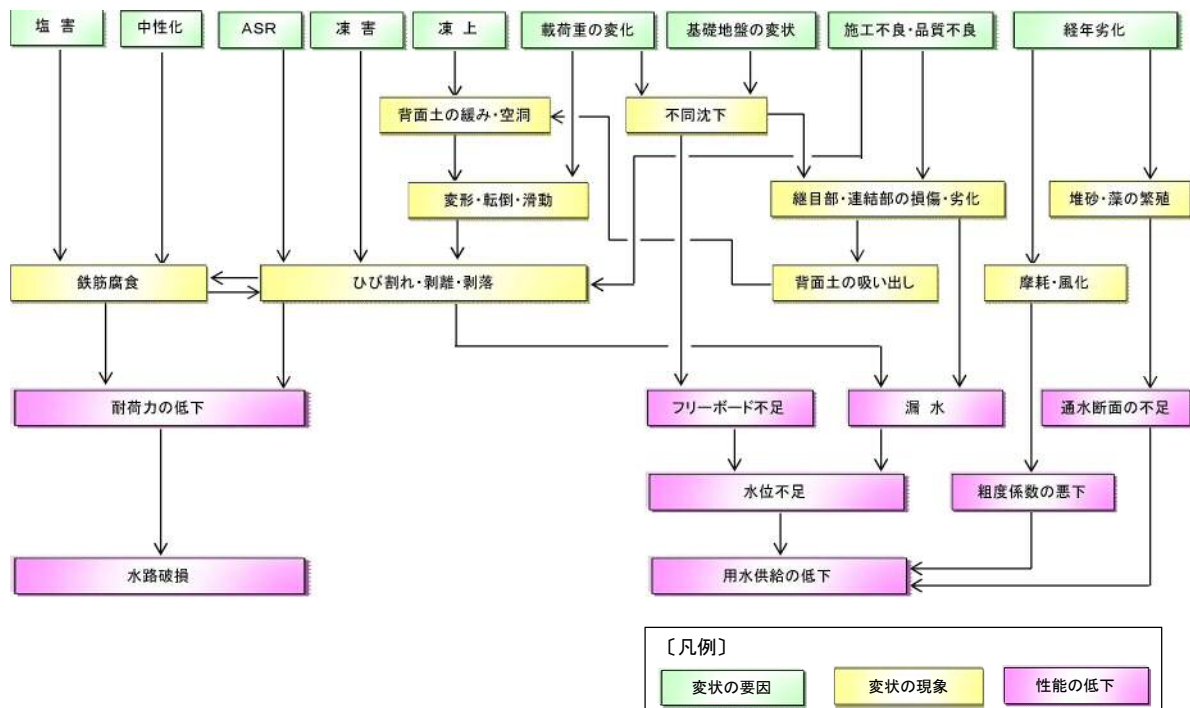


図 1-8 「鉄筋コンクリート開水路」の主要な性能低下とその要因

2) 「無筋コンクリート開水路」及び「その他開水路」

- 「無筋コンクリート開水路」及び「その他開水路」の性能低下は、コンクリートの摩耗、ASRなどの内部要因によるものよりも、図 1-9 に示すように、外力等の外部要因による施設の移動変形といった変状として多く現れる。このため、機能診断調査・評価に当たっては、構造物単体だけでなく、隣接し、又は連続する構造物群などの位置関係を考慮して、周辺環境に関する診断項目の設定や変形の影響範囲、進行性の評価を行う必要がある。

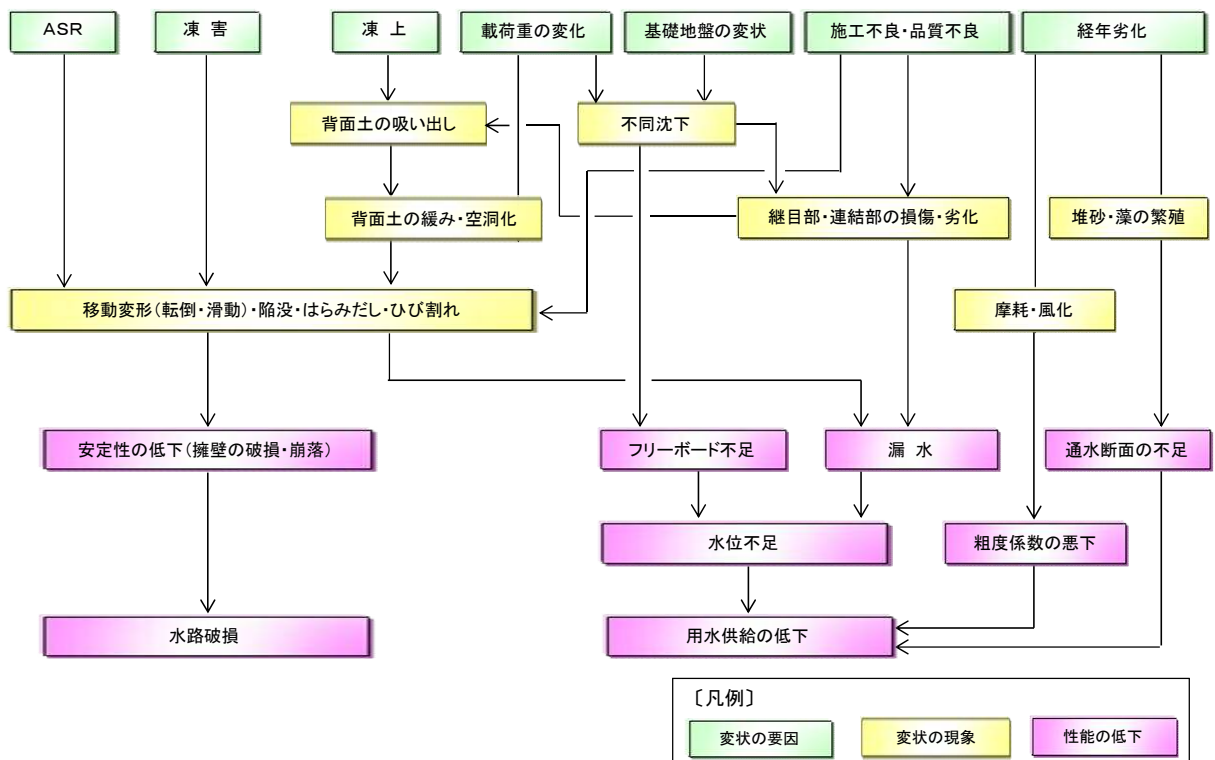


図 1-9 「無筋コンクリート開水路」及び「その他開水路」の主要な性能低下とその要因

(3) 開水路の変状の特徴

1) 「鉄筋コンクリート開水路」

- 「鉄筋コンクリート開水路」では、乾燥収縮や温度応力により、打設単位の間部分で垂直方向に発生するひび割れが多く見られる。また、ほかの要因により発生するひび割れは、中性化や塩害など鉄筋コンクリート特有のもの、凍害・ASRなど鉄筋の有無に拠らないもの、外力によるもの等がある。

コンクリートの摩耗は、粗度係数の増大による通水量の低下といった水理性能の低下のみならず、部材断面の減少による構造性能の低下につながる場合がある。

また、目地材の劣化等による目地からの漏水・湧水が見られることが多く、そのまま放置すると背面土砂の吸出しや周辺地盤の侵食の発生又は周囲のコンクリートの劣化に進展することもある。

2) 「無筋コンクリート開水路」

- 「無筋コンクリート開水路」の代表である擁壁型水路（重力式、もたれ式）は、自重により背面土圧に抵抗する形式の水路であり、軟弱地盤や背面土の空洞化、土圧の増大、地下水位の上昇、凍上の影響などによる転倒や変形が発生することが多い。

3) 「その他開水路」

- ・ 「その他開水路」の代表的なものとしては、矢板型水路、コンクリートブロック積水路、石積水路、ライニング水路及び無ライニング水路が挙げられる。

① 矢板型水路（柵きょ含む）

- ・ 矢板型水路（柵きょ含む）は、矢板自体の腐食（鋼矢板）又はコンクリートの劣化（コンクリート矢板）が発生する。また、軟弱地盤や地下水の変動に起因する不同沈下や矢板等のはらみ、ずれ、変形が発生することが多い。

② コンクリートブロック積水路

- ・ コンクリートブロック積水路は、ブロック自体の安定性により水路断面を維持しているため、基礎地盤の沈下や背面地盤・法面の崩壊・陥没による変形、傾き、蛇行、崩落が発生することが多い。コンクリートブロック積水路は、ブロックの組み合わせ方によっては、変形部位がほかの部位に拡大していく可能性がある。

③ 石積水路

- ・ 石積水路は、コンクリートブロック積水路と同様に、基礎地盤の沈下や背面地盤・法面の崩壊・陥没による変形、傾き、蛇行、崩落が発生することが多い。石積水路は、積石が複雑に組み合わさって建造されていることから、変形部位がほかの部位に拡大していく可能性が高い。このため、変状箇所だけでなく、その前後の地盤や背面地盤の崩壊や陥没、水路底の洗掘等の変状にも注意を要する。

④ ライニング水路

- ・ ライニング水路は、流水の水面変動や背面地盤の地下水位の影響による法面の変形や崩壊、コンクリートブロックのずれ、剥がれ、水路底の洗掘、堆砂による底面上昇、藻や雑草の繁殖による通水阻害等が発生することが多い。

⑤ 無ライニング水路

- ・ 無ライニング水路については、水路断面が自然地盤を掘削した水路か、堤防を盛立てた水路かに留意する。特に堤防を盛立てた水路についてはパイピング等による破堤の可能性がある、社会的影響が広範囲に及ぶ場合がある。

また、自然地盤を掘削した水路においては、法面洗掘及び侵食が進行し、水路沿いの農地や農道を破損する場合がある。

1. 2. 3 健全度指標

開水路の健全度評価は、機能診断調査結果から対象施設がどの健全度に該当するか判定することにより行う。農業水利施設のストックマネジメントにおいては、主に健全度指標を用いる。

また、管理水準は健全度指標により設定することができる。

【解説】

- ・ 施設機能の性能管理を行う代表指標として、主に構造性能に影響する対象施設の変状等のレベルを指標化した「健全度指標」を用いる。
- ・ 開水路は、用水・排水の目的の相違や構造形式によって許容される変状・損傷の程度が異なることから、水路形式や敷設条件、供用期間等を勘案して評価を行うものとする。

表 1-7 健全度指標と施設の状態

健全度指標	施設の状態
S-5	変状がほとんど認められない状態
S-4	軽微な変状が認められる状態
S-3	変状が顕著に認められる状態
S-2	施設の構造的安定性に影響を及ぼす 変状が認められる状態
S-1	施設の構造的安定性に重大な影響を及ぼす変 状が複数認められる状態

1.3 施設の重要度評価

リスク管理の観点から、ストックマネジメントの各プロセスの取組を効率的に行うため、施設の重要度を評価する。重要度は、農業・農業以外に与える影響等を総合的に勘案し、施設管理者との協議を踏まえ定める。

【解説】

- ・ 施設の重要度とは、農業面では農業への影響度や復旧の難易度（費用・期間）を、農業以外の面では住宅地、公共機関等の周辺施設の立地条件から、事故が起こった場合の被害等を踏まえて評価することができる。
- ・ なお、重要度は、土地改良事業計画設計基準・設計「水路工」や土地改良事業設計指針「耐震設計」に示されている区分を基本としつつ、当該施設における重要度評価の目的や施設が置かれた状況等を総合的に勘案した上で、施設管理者と協議の上定める。
- ・ 施設の重要度評価に当たっては、図 3-2 に示すような水利システム図を活用するなどし、対象施設が水利システム全体でどのような機能を発揮しているかに留意する必要がある。
- ・ 農業面における施設の重要度評価については、開水路が農業用水及び農用地等からの排水を流送する目的を果たす施設であることから、施設規模、地区内水源の有無や水利システムの目的（用排水の別、水田、畑地といった水利用の目的や、分水・流量制御設備による流量の変化）など農業面への影響度や、復旧の難易度（宅地などの隣接部で復旧工事における制約条件が多い場合、河川横断部のサイホンの場合、水路橋などで大掛かりな仮設工事が必要となる場合、大規模な用水の仮廻しが必要な場合等）、代替策の有無及びその難易度といった要素を考慮して評価する。
- ・ また、農業以外（施設周辺環境等）の面では、事故が起こった場合の周辺施設への社会的被害の度合いを勘案し、住宅や道路、鉄道等の公共機関等の立地条件といった要素を考慮して評価するものとする。特に、サイホンや水路橋は道路、河川、鉄道等重要施設を横断している場合があるため重要度評価において留意する必要がある。
- ・ 重要度の設定例を示し、重要度評価の方法を例示する。

〔影響度区分の評価基準〕

ここでは、農業面における影響度や復旧の難易度、農業以外の面における立地条件に伴う事故発生時の社会的被害について、表 1-8 に評価基準の例を示す。

表 1-8 影響度区分の評価イメージ

区分	(農業面) 農業への影響度 復旧の難易度	区分	(農業以外の面) 社会的被害 立地条件
I	農業被害額が非常に高い 復旧難易度が非常に高い	I	社会被害の可能性大
II	農業被害額が高い 復旧難易度が高い	II	非農業部門への影響あり
III	農業被害額が比較的低い 復旧作業が容易	III	非農業部門への影響なし

〔重要度の総合評価の判定基準の例〕

農業面と農業以外の面（施設周辺環境等）に与える影響を基に、表 1-9 に示す判定基準を踏まえ施設の重要度を総合評価する。詳細の判定は、当該施設の位置する地域の状況等により、様々な可能性があるが、路線区間ごとに施設の重要度を設定したものの一例を図 1-10、図 1-11 に示す。

表 1-9 重要度の総合評価判定イメージ

		農業面		
		I	II	III
農業以外の面 社会的被害 (立地条件)	I	A	A	A
	II	A	B	B
	III	A	B	C

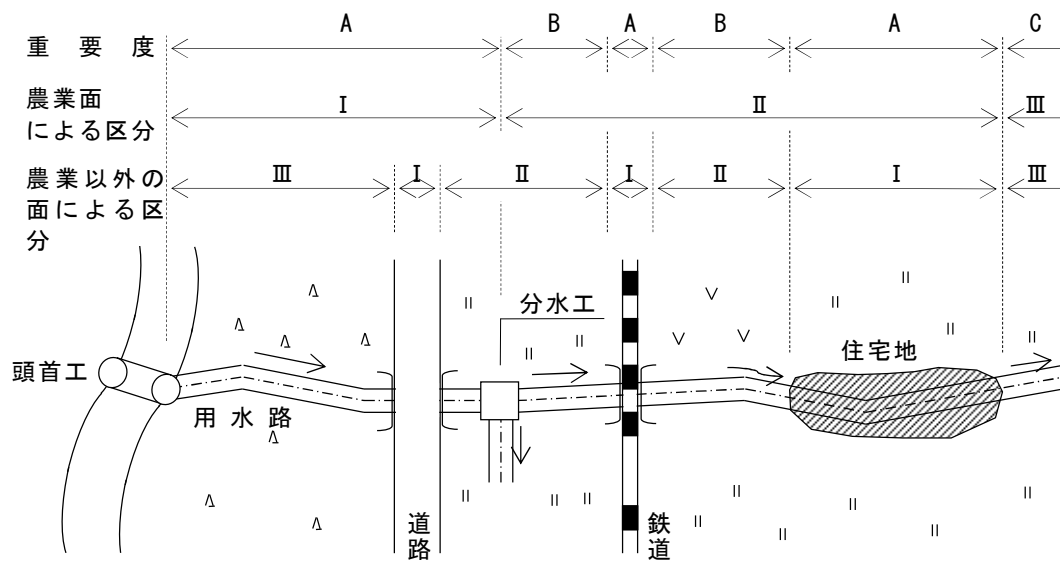


図 1-10 施設の重要度の設定イメージ（用水系）

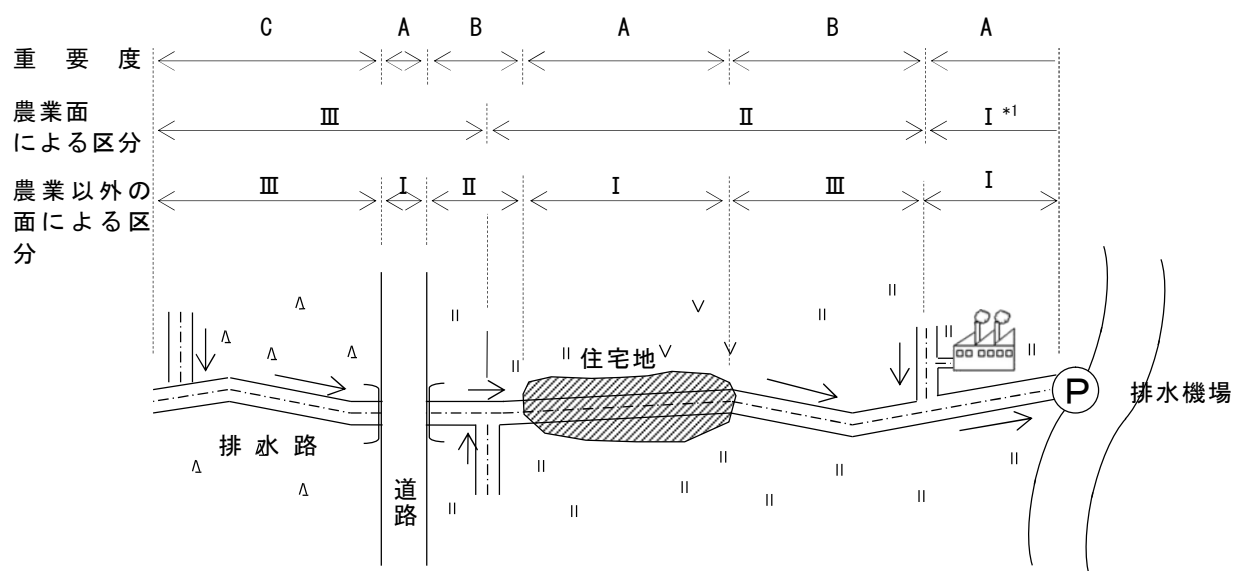


図 1-11 施設の重要度の設定イメージ（排水系）

*1 開水路が排水系の場合、下流にいくに従い、受益面積が大きくなることに留意する。

【参考】

開水路の重要度を区分するに当たっては、開水路のうち

- ① 用水系のもものでは受益地に自然流送ができるよう、取水点の水頭を極力活用するよう配慮しながらなるべく等高線に沿った路線となっており、住宅・公共施設等より高位に設置されていることが多いこと
- ② 用水系・排水系を問わず、非農用地等からの排水も流入することがあることなどの特徴も十分踏まえつつ、次のような場合には、開水路の重要度の評価を注意して行うことが望まれる。
 - ・ 高位部・盛土部や周辺の斜面や法面が崩壊した場合に影響する位置に設置されており、周辺に住宅・公共施設等が存在する場合
 - ・ 公共施設、住宅地等を通過している場合 等

また、この他にも、上水道・工業用水などとの共同区間である場合などには、重要度が高まることにも留意することが必要である。

【参考】開水路の耐震設計における重要度

土地改良事業設計指針「耐震設計」における重要度の区分を表 1-10 に示す。

表 1-10 開水路及び水路橋の重要度区分

区 分	内 容	判断する上での参考指標（例）
重要度区分 A 種	次の①～③のいずれかに該当する施設 ①水利施設の大きさ 供給される用排水の中断あるいは減量が地域の住民生活及び経済活動・生産活動に与える影響の度合い。	・水路組織の中で施設規模が極めて大きく、かつ、被災した際にライフラインとしての用水供給、ひいては住民生活への影響や地域の経済活動に著しい支障を来す場合。
	②被災による二次災害危険度 水路施設が被災することにより第三者への被害で、特に人命・財産やライフラインなどへの影響。	・水路施設に隣接して家屋、避難場所、公道、鉄道、各種ライフライン等の重要公共施設があり、水路の破損によって直接被害を生じる場合や、水路の破損による流出水が大量にこれらの場所に流入、又は湛水し、人命又は社会経済に重大な影響を及ぼすおそれがある場合。
	③応急復旧の難易度 水路組織が被災した場合に直ちに実施すべき応急復旧・代替のための現場作業の難易度。	・応急復旧のための作業が極めて困難、又は長期間を要する場合。 例）宅地などの隣接部や構造物の埋設が深い場合などに復旧の難易度が高くなると考えられる。
重要度区分 B 種	①施設規模の大きさ 同上	・施設規模が大きく、かつ被災した場合にライフラインとしての用水供給、ひいては住民生活への影響や地域の農業・経済活動に相当の支障をきたす場合で A 種以外のもの
	②被災による二次災害危険度 同上	・水路施設に隣接して家屋、避難場所、又は重要公共施設があり、水路の破損による流出水がこれらの場所に流入又は湛水し、人命に重大な影響はないものの、社会経済的に多大な影響を及ぼすおそれがある場合。
	③応急復旧の難易度 同上	・応急復旧のための作業に比較的長時間を要する場合。
重要度区分 C 種	①施設規模の大きさ 同上	・ A 種及び B 種に該当しない場合 ②は、特に二次被害危険度が認められない場合。 ③は、応急復旧のための作業が容易で短期間で実施できる場合。
	②被災による二次災害危険度 同上	
	③応急復旧の難易度 同上	

出典：土地改良事業設計指針「耐震設計」（平成 27 年 5 月），P. 36, P. 39

1. 4 リスク管理

開水路では、施設の劣化や自然災害などにより、施設機能が低下して施設が損壊し、本来の機能の停止のほか二次災害や第三者被害等が発生するなどのリスクが考えられる。リスク管理を行いつつストックマネジメントを推進するため、リスクの評価を踏まえた管理水準の設定等機能保全対策への反映とともに、リスクコミュニケーションについて考慮することが重要である。

【解説】

（１）基本的考え方

- ・ 開水路のリスクとしては、劣化や偶発的な外力（設計・施工条件で想定していない外力）、周辺環境の影響などの要因により施設の損壊などの事象が発生し、農業面では本来機能（水利用機能等の施設機能や営農活動等）に与える影響、農業以外の面では第三者被害や地域の経済活動への影響などが想定される。
- ・ 開水路において想定される具体的な事象としては、地盤沈下や地下水位の上昇による水路の蛇行、浮上、傾き、沈下のほか、周辺環境の影響として豪雨等を要因とした斜面崩壊による水路の崩落、通水阻害に伴う用水の溢水などがある。
- ・ 開水路のリスク管理においては、リスクを特定した上で、そのリスクを施設造成者、施設管理者双方の視点で分析・評価し、施設監視、機能保全対策の実施等の手段によってリスク対応を図ることが基本となる。

【参考】開水路の事故発生数と事故原因

平成 5 年度から平成 26 年度までの事故報告事例をみると、農業水利施設全体の事故件数 10,816 件のうち、開水路の事故件数は 834 件と全体の 1 割程度である。

事故原因は、「洪水」、「地震」、「強風」等自然災害と、「腐食」、「摩耗」、「老朽化」、「凍上」等の施設劣化となっている。

（２）管理水準での考慮

- ・ リスクを効率的に抑制する観点から、開水路の重要度評価等を踏まえた潜在的リスクの大きさを考慮した上で、施設管理者や関係機関等の意向も踏まえ、管理水準を適切に設定する。
- ・ 健全度指標による管理水準を設定する場合、施設の重要度評価等を踏まえた潜在的リスクの大きさを考慮して、管理水準をそれよりも上げる対応が考えられる。
- ・ 開水路においては、高位部・盛土部に設置されており下流に住宅・公共施設等が存在する場合や、斜面崩壊により水路の崩落や溢水が懸念される場合、水路橋、サイホン区間等で応急復旧に時間と費用を要する場合、上水道・工業用水道などとの共同区間である場合等に管理水準を上げる対応が考えられる。

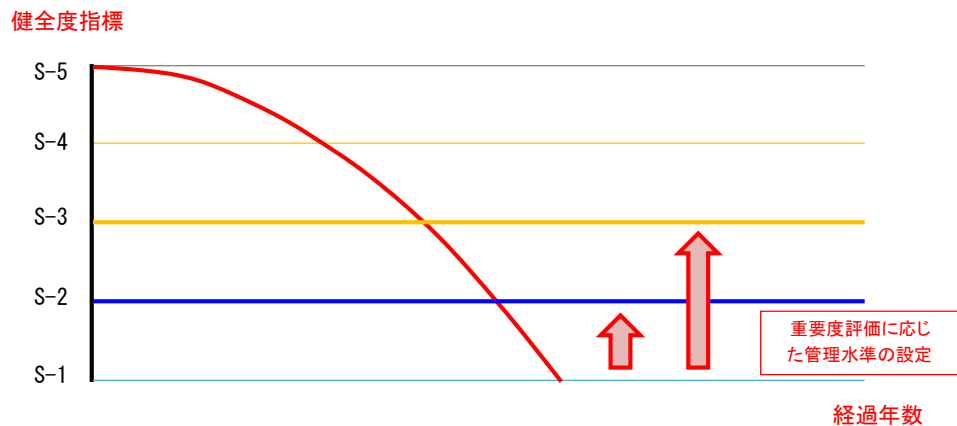


図 1-12 健全度による管理水準の設定を行う場合の例

(3) リスクコミュニケーション

- ・ 施設造成者、施設管理者、地方公共団体等の関係機関でリスクに関する情報の共有を図り、関係者の合意形成の下、効果的に機能保全対策の取組を進めるリスクコミュニケーションを推進していくことが、リスク管理を強化していく上で重要である。
- ・ リスクコミュニケーションにおいて共有すべき情報としては、①開水路の重要度に関する評価、②日常管理における維持修繕の状況や継続的な施設監視結果（対策工事を実施するまでの施設監視結果を含む）、③機能診断に基づく劣化予測とその精度等に関する情報、④破損事故が発生した場合に想定される影響と対応計画、⑤事業の実施に向けた課題等を挙げることができる。これらの情報を分かりやすく整理・提供し、関係者で十分な理解を醸成することが重要となる。

(4) 緊急事態における対応の検討

- ・ 施設造成者、施設管理者等は、施設の損壊や用水流出等が発生した場合の影響を極力抑制することができるよう、施設が保有するリスクが顕在化した場合を想定して、対応手順の策定及び準備を行い、被害の低減を図るための備えをとることが重要である。
- ・ 水路の破損事故などが発生した場合には、施設管理者はその状況把握と二次被害の防止のため、送水停止や避難指示などの必要な対策を講じる必要がある。なお、特に重要な施設においてこれらの事態が発生した場合、その対応を円滑に進めるため地域住民や関係機関も含めた意識の啓発を行っておくことが望ましい。
- ・ 事故の発生要因を調査することにより、類似の事故防止のための知見が得られるばかりでなく、材料や使用環境に応じた変状メカニズムの解明や今後の劣化予測等の技術の高度化を図ることが可能である。このため、施設管理者は、施設造成者へ通報するとともに、調査の可否や実施する場合の内容などについて、協議することが求められる。

(5) 関係者間での情報共有と対策実施の役割分担

- ・ 機能保全対策を検討・実施しようとする場合、施設造成者、施設管理者等の関係者間で情報を共有するとともに、適切な役割分担の下に合意形成を図ることが必要である。
- ・ 適切な合意形成を図るため共有すべき情報としては、機能診断や施設監視の結果として得られる施設の劣化状態、それに応じた機能保全対策が基本となるが、開水路は線的構造物であり、延長が長いことから、施設の重要度や周辺環境から施設が保有するリスクを評価し、リスクが大きい施設（重要度の高い施設）で事故が発生した場合にどのような影響があり得るのか等、リスクに関する情報も含めて極力具体的に説明し、共通の理解を醸成していくリスクコミュニケーションが重要である。
- ・ また、開水路は、目視での日常点検や施設監視が行いやすいものの、施設延長が長いことから、施設管理者による日常管理（施設監視も含む）以外にも受益者等からの情報も集約し、共有することも重要である。

1. 5 耐震診断

開水路については、土地改良事業計画設計基準・設計「水路工」や土地改良事業設計指針「耐震設計」において示されている事項に留意して、施設の重要度や地域の実情に応じた耐震診断の推進に努める。

【解説】

（１）基本的考え方

- ・ 開水路の耐震診断は、土地改良事業計画設計基準・設計「水路工」や土地改良事業設計指針「耐震設計」等に基づき、二次被害の発生や被災による本来の機能に与える影響等を総合的に勘案して、人命・財産やライフラインへの影響が大きいなど、特に重要度が高く、耐震診断が必要と判断された施設について行うものである。

※ 耐震診断及び耐震化対策を行う際、準拠する基準等

土地改良事業計画設計基準・設計「水路工」（平成 26 年 3 月）

土地改良事業設計指針「耐震設計」（平成 27 年 5 月）

道路土工擁壁工指針（平成 24 年 7 月）

（２）保持すべき耐震性能

- ・ 開水路の耐震性能としては、地震時の使用性、復旧性、安全性を勘案し、3 段階の性能が設定されている。地震動と重要度の組み合わせに対し、開水路が目標とすべき耐震性能の基本的な水準を以下に示す。なお、開水路の耐震設計における重要度区分の評価方法は表 1-11 に示すとおりである。

表 1-11 重要度区分と地震動レベル及び耐震性能

地震動レベル 重要度区分		レベル1地震動	レベル2地震動
A 種	耐震性能	健全性を損なわない。	致命的な損傷を防止する。
	耐震設計の実施の有無	耐震設計を行う。	耐震設計を行う。
B 種	耐震性能	健全性を損なわない。	耐震性能を設定しない。
	耐震設計の実施の有無	耐震設計を行う。	耐震設計を行わない。
C 種	耐震性能	耐震性能を設定しない。	耐震性能を設定しない。
	耐震設計の実施の有無	耐震設計を行わない。	耐震設計を行わない。

出典：土地改良事業設計指針「耐震設計」（平成27年5月），P. 45

(3) 耐震診断の手順

- 耐震診断は、既設構造物の耐震性能が正確かつ効率的に評価できるように実施しなければならない。このため、耐震診断は、概略的な方法による一次診断と、より詳細な方法による二次診断によって行うものとする。

① 一次診断

- 一次診断は、対象となる既設構造物を重要度区分により選定し、建設年代・準拠基準等や設定図書等に基づく概略の構造特性及び地盤条件によって耐震性能を有していないと推定される構造物を抽出し、二次診断の詳細検討に供することを目的とする。
- 一次診断は、延長の長い開水路を対象とすることから、既存資料や現状調査、過去の震災における開水路の被害の実態を踏まえて概略的な耐震性能の評価を行う。

② 二次診断

- 二次診断は、一次診断により耐震性能の照査な検討が必要と判断された構造物に関して、必要に応じて現場計測、劣化診断及び地盤の調査を行い、要求される耐震性能を有しているか否かを診断する。
- 二次診断は、一次診断により得られた開水路の情報、地盤条件を基に、新設と同様の耐震設計法を用いて耐震性能を照査することを原則とする。
- 開水路の場合、建設時点からの地上部の利用状況や埋戻し条件に変化がないか調査の上、診断時点での条件を適切に評価し、計算に反映する必要がある。

表 1-12 開水路の標準的な照査方法

施設・構造種別	開水路（水路擁壁含む）	
重要度	B 種	A 種
目標とする構造物の耐震性能	健全性を損なわない	致命的な損傷を防止する (健全性を損なわない)
設計地震動	レベル 1	レベル 2
耐震計算法	震度法 (固有周期を考慮しない)	震度法 (固有周期を考慮しない)
照査方法	許容応力度法	限界状態設計法 (許容応力度法)
備考	土地改良事業計画設計基準・設計「水路工」（平成 26 年）では、レベル 2 地震動に対する要求性能を「健全性を損なわない」とした場合には、許容応力度法による照査を妨げないとしている。	

出典：土地改良事業設計指針「耐震設計」（平成 27 年 5 月），P. 233 に加筆

表 1-13 水路橋の標準的な照査方法

施設・構造種別	水路橋の橋脚	
	B 種	A 種
重要度		
目標とする構造物 の耐震性能	健全性を損なわない	致命的な損傷を防止する
設計地震動	レベル 1	レベル 2
耐震計算法	震度法 (固有周期を考慮しない)	地震時保有水平耐力法
照査方法	許容応力度法	地震時保有水平耐力法

出典：土地改良事業設計指針「耐震設計」（平成 27 年 5 月），P.229 に加筆

- 以下に、開水路における耐震診断のフローを示す。

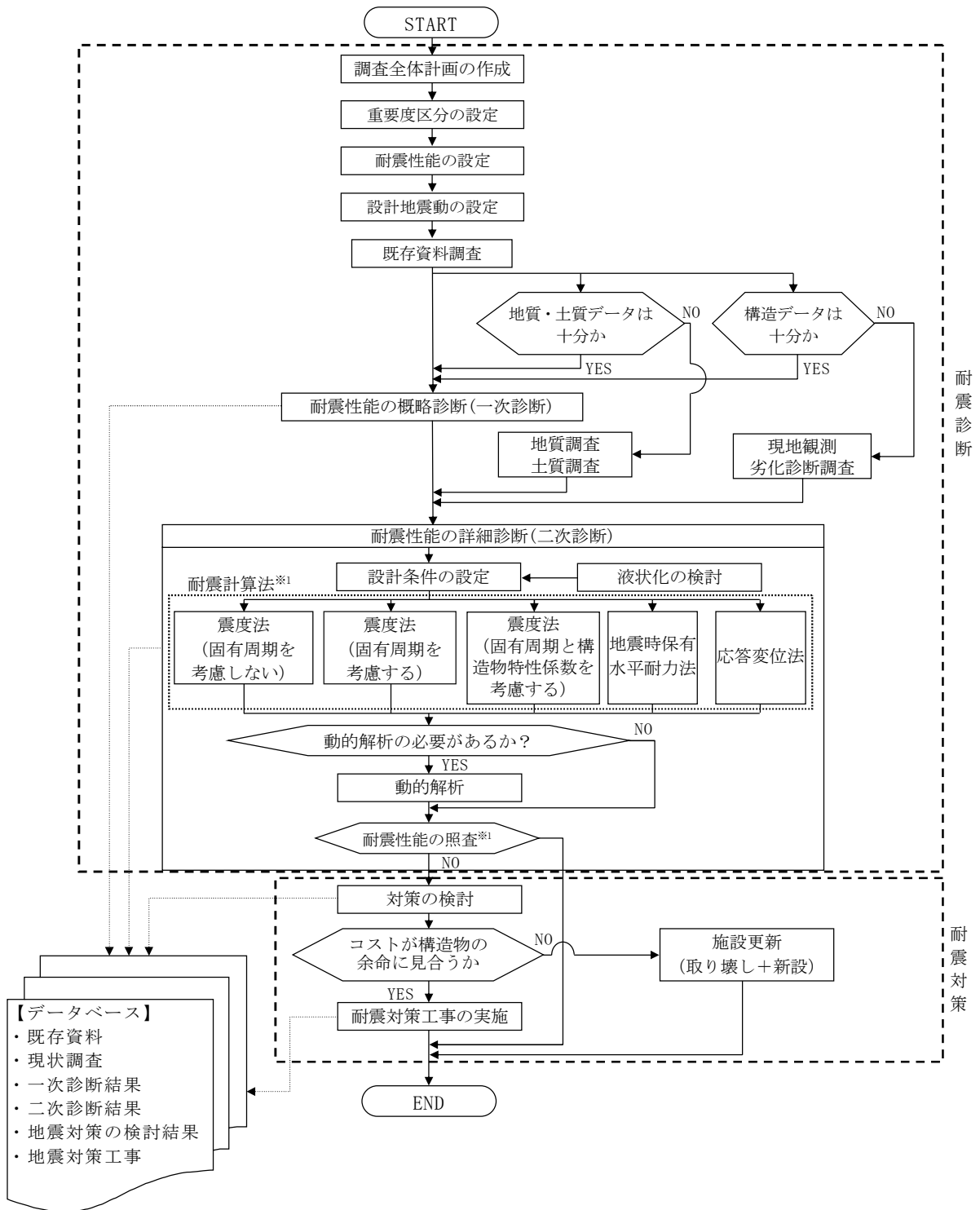


図 1-13 既設構造物の耐震診断のフロー

出典：土地改良事業設計指針「耐震設計」（平成 27 年 5 月），P. 273

1. 6 開水路のストックマネジメントの流れ

開水路のストックマネジメントでは、日常管理、機能診断、機能保全計画の策定、対策工事、データの蓄積のサイクルを、リスク管理を考慮しつつ段階的・継続的に実施する。

【解説】

- ・ スtockマネジメントのサイクルは、施設管理者等による日常管理（継続的な施設監視を含む）、施設の状態を継続的に把握するために施設造成者等が定期的に行う機能診断、診断結果に基づく劣化予測、効率的な対策工法の比較検討、これらを取りまとめた機能保全計画の策定、施設監視計画等に基づく施設監視（施設管理者は通常「日常管理」の一環として行う）及び機能保全計画並びに施設監視結果を踏まえた適時・適切な対策工事の実施の各取組について、関係者が連携・情報共有を図りつつ継続的に実施するプロセスによって構成されている。
- ・ このプロセスの中で、例えば、施設の重要度評価を踏まえた機能保全計画の策定と対策の実施など、リスク管理の視点を取り入れていくことが求められる。この際、電子化されたデータベースに機能診断調査結果や対策工事の実施内容などのデータを蓄積し、機能診断精度向上のための集計・分析への反映や、ストックマネジメントの各段階の取組で活用を図る。
- ・ このストックマネジメントのサイクルを図で示すと図 1-14 のとおりとなる。

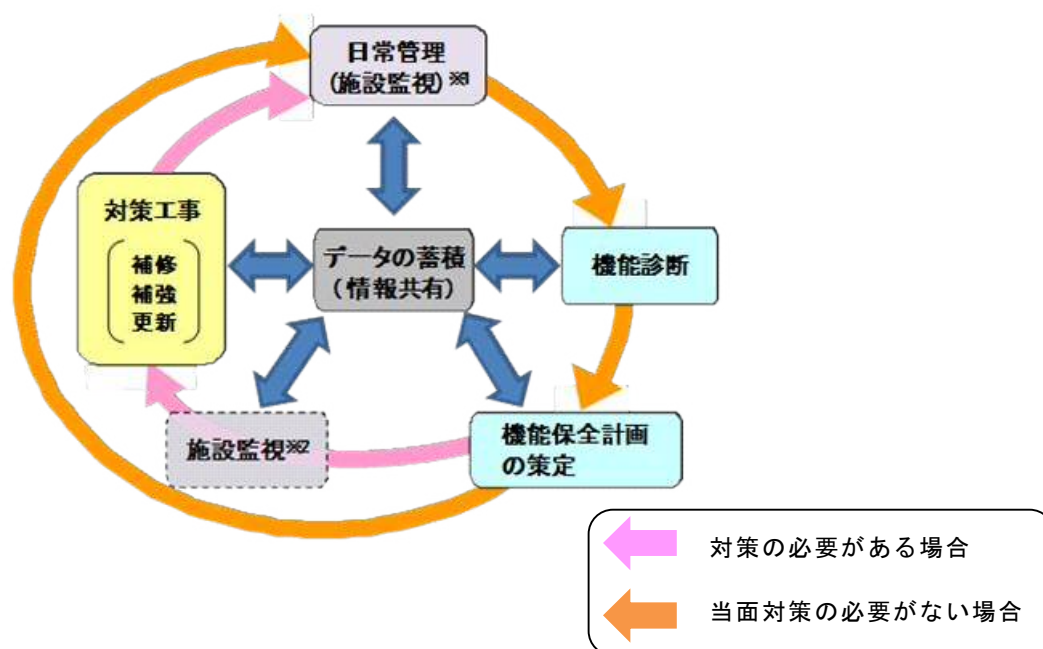


図 1-14 スtockマネジメントのサイクル

- ・ 開水路のストックマネジメントのプロセスを図 1-15 に示す。

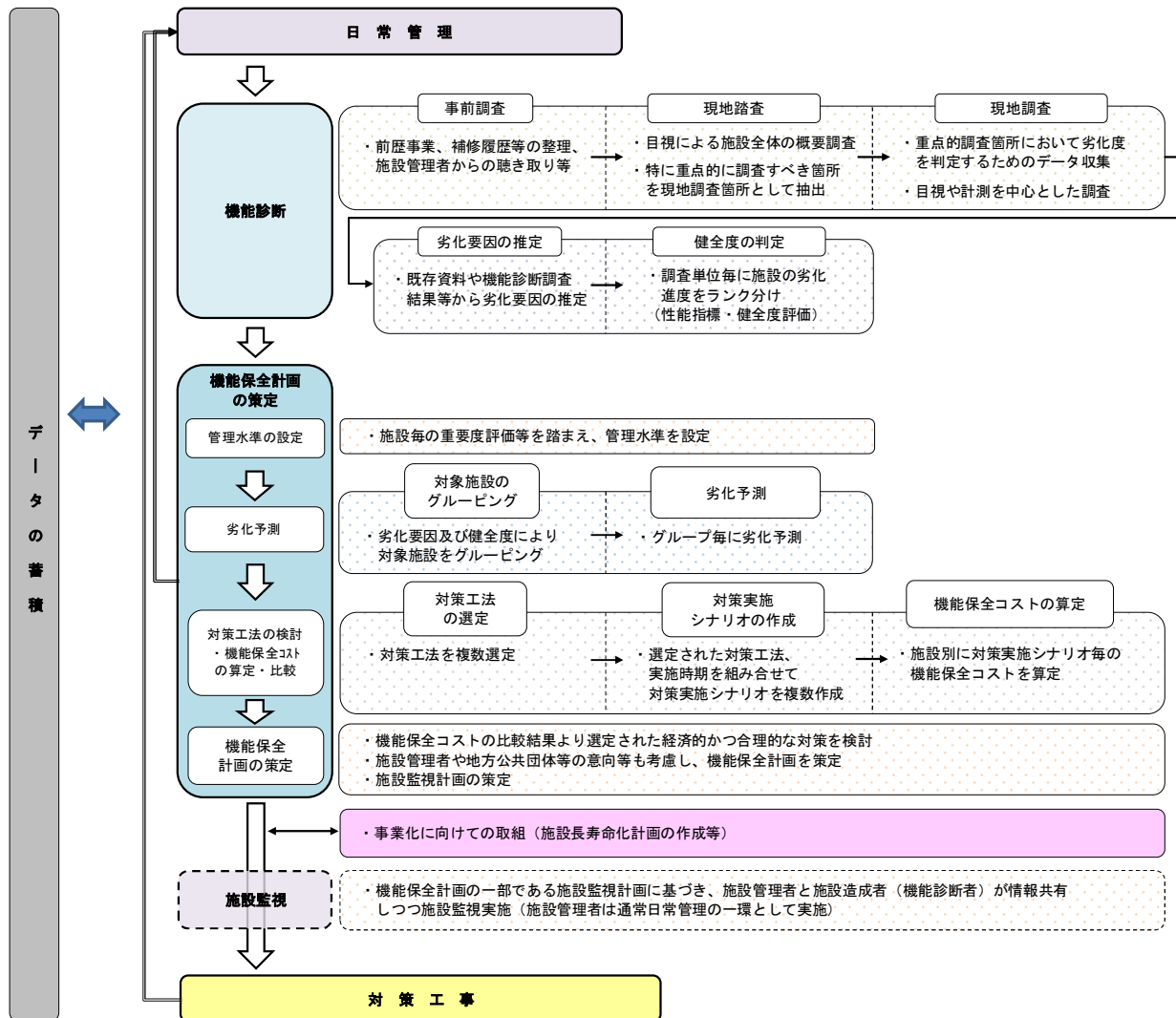


図 1-15 開水路のストックマネジメントのプロセス

※ 《機能保全対策の実施》についての基本的な考え方は、「農業水利施設の機能保全の手引き」（平成 27 年 5 月）を参照。

第2章 日常管理

2. 1 日常管理

施設管理者は、日常管理（施設監視を含む）を通じて常に施設を良好な状態に保つことを心がけなければならない。その際、通水記録、事故、点検、整備等の履歴を適切に整理し、保存する必要がある。機能診断の結果を踏まえて、専門的な知見を有する技術者から点検（監視）の中で留意すべき事項について助言を受けておくことが望ましい。

【解説】

- ・ 開水路の日常管理においては、通常時の状況と異なる現象が生じていないかを常に意識しつつ、点検に臨む必要がある。具体的には、

- ① 所定の通水量が確保できない
- ② 水位の異常な上昇・低下
- ③ 本来機能に影響のある構造物の崩壊
- ④ 構造物の傾斜、変形、沈下、浮上、蛇行
- ⑤ 鉄筋の露出
- ⑥ コンクリートの欠損、剥落
- ⑦ ひび割れや変色、摩耗
- ⑧ 目地の欠損、開き、ずれ、段差とこれらによる漏水の痕跡

等に留意する。

表 2-1 に、開水路における日常点検票の例を示す。

表 2-1 開水路の日常点検票の例

施設名				〔住所〕										
点検日時		〔今回〕		〔前回〕										
点検者				施設情報		重要度:		健全度:	S-5	S-4	S-3	S-2	S-1	
構造・規模									箇所	箇所	箇所	箇所	箇所	
日常点検	水路利用・水理	通水性	所定の通水量が確保できない(安定しない)		☐ 有 ☐ 無		位置その他(※1)							
			漏水		☐ 有 ☐ 無									
		水位の維持	水位の異常上昇、溢水		☐ 有 ☐ 無									
			水位の異常低下		☐ 有 ☐ 無									
			水位が安定しない		☐ 有 ☐ 無									
	水路本体	水路本体 分水槽	水路本体の崩壊		☐ 有 ☐ 無									
			鉄筋の露出		☐ 有 ☐ 無									
			側壁の傾斜、変形、沈下、蛇行		☐ 有 ☐ 無									
			コンクリートの欠損、剥落		☐ 有 ☐ 無									
			目視で確認可能なひび割れ、変色、摩耗		☐ 有 ☐ 無									
			その他の異常		☐ 有 ☐ 無									
		目地部	目地の欠損、開き、ずれ、段差		☐ 有 ☐ 無									
			目地からの漏水又は漏水跡		☐ 有 ☐ 無									
			その他の異常		☐ 有 ☐ 無									
		周辺地盤	地滑り、地盤の崩壊		☐ 有 ☐ 無									
			地盤のゆるみ		☐ 有 ☐ 無									
			側壁外壁に土砂流亡の発生		☐ 有 ☐ 無									
			施設周辺の改変状況等		☐ 有 ☐ 無									
			その他の異常		☐ 有 ☐ 無									
		付帯構造物	ゲート部	清掃状態の不良(ごみ、流木、土砂の堆積等)		☐ 有 ☐ 無								
				外観の異常(塗装損傷、劣化、発錆、損傷、変形)		☐ 有 ☐ 無								
				異常な振動・音		☐ 有 ☐ 無								
				片吊りの発生		☐ 有 ☐ 無								
	漏水			☐ 有 ☐ 無										
	除塵機 (スクリーン)		清掃状態の不良(ごみ、流木、土砂の堆積等)		☐ 有 ☐ 無									
			外観の異常(劣化・発錆・摩耗・損傷・変形・ボルトナットの緩み等)		☐ 有 ☐ 無									
			異常な振動・音		☐ 有 ☐ 無									
その他の異常			☐ 有 ☐ 無											
その他	環境等	異臭、にごり		☐ 有 ☐ 無										
		周辺住民からの苦情		☐ 有 ☐ 無										
定番番号				健全度										
施設監視※3	位置情報	緯度(N)		°		'		"						
		経度(E)		°		'		"						
	【施設監視計画で記載されている定点で実施】													
	写 真 状 況													
		コメント							コメント					
	所 見													
特記事項 (※2)														

※1: 位置情報(住所又は〇〇橋近傍の左岸)と合せ、前回点検時からの水位・ひび割れ・外観等の変化などを記載。枠内に収まらない場合は別紙にて整理。
 ※2: 異常が確認された場所の対応(要観察、関係部局へ連絡し対策を検討など)などを記載。異常が確認された場合は、本点検票と合せ、異常箇所の状況を写真にて記録・整理し保存しておくこと。
 ※3: 機能保全シナリオ上の対策時期を超過しているが、対策工事に着手していない場合は、「施設監視」の項目を重点的に実施。

第3章 機能診断

3. 1 基本的事項

機能診断調査は、対象となる開水路の機能全般について把握するとともに、施設の劣化予測や劣化要因の特定及び対策工法の検討に必要な事項について調査を行うものである。

調査項目や調査地点の選定に当たっては、水路の設置目的（用水・排水の別）や水路形式ごとの特性を踏まえ、調査の目的を明確にした上で、その目的に対応した最適な手段を選択する必要がある。

【解説】

（１）機能診断調査の基本的な考え方

- ・ 機能診断調査は、その調査の目的を明確にした上で、目的を達成するのに必要な成果を得るためには、どのような調査手法が効率的であるかとの観点から、調査内容等を検討し実施するものである。
- ・ また、調査の結果により判定できる機能保全コストの縮減やリスクの軽減といった効果と、調査に要する費用等が見合うものであるか、との視点での検討も必要である。機能診断調査によって得た診断情報は、電子化されたデータベースに一元的に蓄積するとともに、次の段階の調査に当たっては、これらを参照して施設の状態を把握するための基礎情報として活用を図る。
- ・ なお、開水路の構造性能の低下は、漏水の発生、粗度係数の低下、有効断面の減少等による通水性能の低下など、水利用性能及び水理性能の低下としてマクロ的に顕在化することも多い。水利システムを俯瞰した問診等により水利用性能及び水理性能を把握しておくことは、後の対策工法の検討等のプロセスの効率的な実施にもつながることから、こうした問診を行うことも重要である。水利システムの水利用性能及び水理性能の診断は、構造性能の機能診断手順と大きく変わることなく実施でき、①資料収集や施設管理者からの聴き取りによる事前調査、②巡回目視により概況の把握を行う現地踏査、③近接目視、計測、試験等により定量的な調査を行う現地調査、の３段階で実施することが基本となる。

(2) 機能診断調査の手順

- ・ 開水路の機能診断調査は、これを効率的に進める観点から、
 - ① 資料収集や施設管理者からの聴き取りによる事前調査、
 - ② 巡回目視により概況の把握を行う現地踏査、
 - ③ 近接目視、計測、試験等により定量的な調査を行う現地調査、の3段階で実施することを基本とし、必要に応じて詳細調査を実施する。

1) 事前調査

- ・ 事前調査は、設計図書、管理・事故・補修記録等の文献調査やデータベースの参照、施設管理者からの聴き取り調査等により、施設の重要度評価やリスクの把握に必要な情報を含む機能診断調査に関する基本的情報を効率的に収集し、現地踏査や現地調査等の内容を検討し実施する。

2) 現地踏査

- ・ 現地踏査については、専門的な知見を有する技術者が巡回目視により対象施設を調査することにより、変状が生じている位置や程度等を大まかに把握するとともに、劣化要因の推定を行う。これらを踏まえ、現地調査の単位、定量的な調査項目等を決定しつつ、仮設工の必要性の有無など、現地調査の具体的な実施方法を検討する。

3) 現地調査

- ・ 現地調査は、事前調査と現地踏査の結果を踏まえ、専門的な知見を有する技術者による近接目視による調査のほか、施設の劣化予測や対策工法検討のために必要な指標について、定量的な調査を実施する。現地調査による調査結果だけでは判定できない特殊な状況にあるなど、特に必要がある場合には、専門家や試験研究機関などによる詳細調査を実施する。

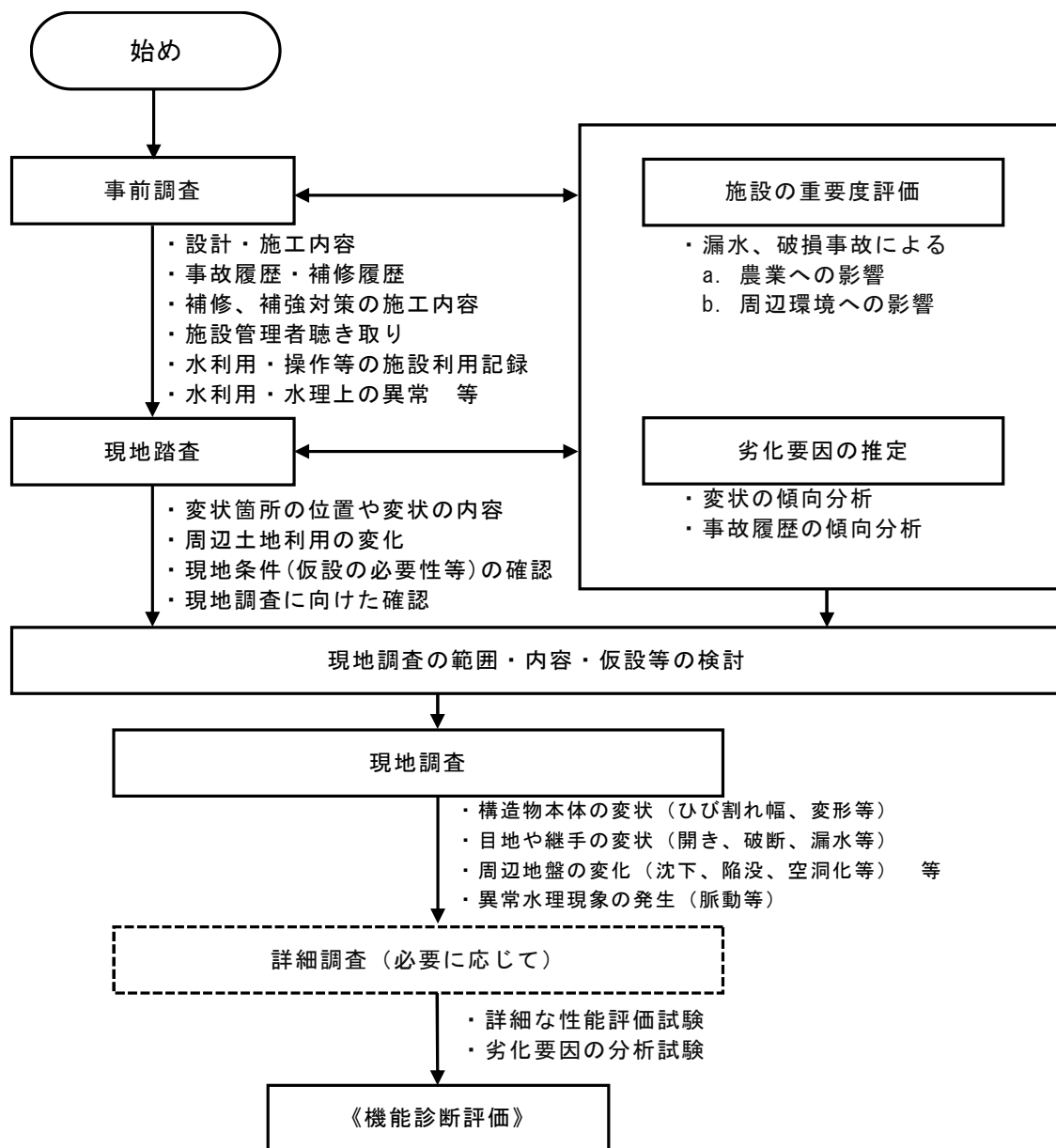


図 3-1 機能診断調査の実施フロー

3. 2 事前調査（既存資料の収集整理等）

事前調査では、現地踏査・現地調査の実施方法を検討するために必要な基本情報を収集する。具体的には、施設の設計諸元、図面、過去の診断履歴、事故・補修履歴、地域特性等の既存資料の収集と施設管理者からの聴き取り等を行う。

【解説】

（１）既存資料の収集・整理

１）資料の活用方法

- ・ データベースの情報、前歴事業の設計図書、施設の補修等履歴情報、通水量の変動情報、水質等の施設供用環境に関する情報、地域の気象情報、地形・地質的な地域特性等を把握することにより、機能診断調査を効率的に実施することが重要である。また、収集・整理した資料は機能保全計画作成において施設現況調査の基礎資料として活用する。

２）設計、施工内容に関する既存資料の収集整理

- ・ 設計、施工内容に関する調査では、開水路の設計図書（設計図、業務報告書）、完成図書（竣工図、施工記録等）、地形・地質データや当時の設計基準、施工方法・技術、使用材料、施工年月及び事業誌、工事誌、データベースの情報、用地関係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、施設の利用者や管理者、施工者に対して聴き取り調査を行う。主な調査項目は次のとおりである。

ア．開水路の名称、所在地、設計者及び施工者

この項目は調査対象の構造物の基本事項であり、必要に応じて設計者や施工者への聴き取り調査を行う。

イ．竣工年月

設計図書、竣工図面などから竣工年月（施工時期）を調査する必要がある。劣化現象は経年的に進行するものであるため、竣工後の経過時間を把握することにより、劣化現象の原因の把握、今後の予測などを行う基礎的資料となる。また、施工当時の各種基準、材料特性などを把握することができ、それにより劣化要因を推定することが可能となる場合もある。

ウ．設計内容

設計図、業務報告書、完成図書等の設計図書から、構造物の用途・規模・構造等、当初の設計条件、荷重条件、地盤条件、部材諸元等を調査し、設計内容の妥当性の確認を行うとともに、当初と現在の設計基準・規格内容を比較し、必要に応じて現在の設計基準により安全性の確認を行う。また、現地踏査及び現地調査結果と比較することにより、設計条件との違いが明らかになり、それにより劣化

要因を想定することが可能となる。

エ. 施工内容

開水路敷設時の基準高、中心線のずれ等の施工時の記録を入手しておく。これと、機能診断調査の診断結果との比較により、変状の経年変化量を算定することができ、進行性の度合いの推定が可能となる。

また、コンクリート使用材料・配合、施工記録等を分析することにより、材料、施工に起因した劣化要因の推定が可能となる。

ア) コンクリート使用材料・配合

コンクリートの品質が低いと、変状につながるが多くなることから、コンクリートの配合報告書等を収集し、使用材料、配合の内容を調査しておく。コンクリートの使用材料の調査内容の例を、表 3-1 に示す。

表 3-1 コンクリート使用材料の調査内容例

材 料	調査内容例
セメント	種類及び銘柄、物理・化学試験成績表
骨 材	種類、産地、岩種、岩質、粒度分布、密度、吸水率、不純物（粘土塊、有機不純物、塩分、洗い試験で失われるものなど）、アルカリ骨材反応性
混和材料	種類及び銘柄、試験成績表、標準使用量
水	種類、水質試験表

出典：コンクリートのひび割れ調査、補修・補強指針（2013 年），P. 19

イ) 施工記録

施工記録等により、調査可能な範囲においてコンクリートの練混ぜ時間、運搬時間、待ち時間、打込み時間、打込み量、打込み方法、打込み方向、打込み順序、練固め方法、仕上げ方法、養生方法等を調査する。

ウ) 各種試験記録

試験記録等により、調査可能な範囲において、スランプ、空気量、1 週・4 週圧縮強度、塩分濃度等を調査する。

3) 事故履歴・補修履歴の収集整理

- 事故履歴、補修履歴の調査については、施設管理者から資料を収集し、破損の状態、補修・補強の方法、場所等を平面図、縦断図に記入するなどして整理し、範囲ごとの変状の特徴等の分析を行う。
- 事故・故障履歴、補修履歴を調査することにより、現在発生している変状が、過去の変状と類似の原因によるものかどうか、補修による効果がどの程度あるのかを推定することが可能である。なお、調査計画の策定に当たっては、使用・供用環境

が類似している範囲に同様の劣化の可能性が考えられることから、これらに関する資料整理も重要である。

4) 補修・補強対策の設計、施工内容に関する資料の収集整理

- ・ 施設造成後、それまでの間に何らかの補修・補強対策が行われた施設の場合は、当初の設計・施工内容に係る資料収集に加え、その後の補修・補強対策の実施に関する資料を収集整理することが重要である。
- ・ 開水路の機能保全対策では様々な工法が適用されるので、それらの工法にどのような機能及び性能を要求していたのかなどの情報を収集するとともに、これらの機能保全対策の性能の確認のための指標や調査手法について、あらかじめ検討しておくことが重要である。

5) 地域特性に係る資料の収集整理

- ・ 劣化要因の中で、地域特性があるものとしては、コンクリート構造物における塩害、アルカリ骨材反応、凍害が挙げられる。対象施設の位置する地域の気象データや使用骨材の試験成績書等を収集した上で、これらの要因が該当する可能性の高い地域区分を示す図表と照らし合わせることで、地域特性による性能低下の要因を推定することが可能となる。

さらに、地下水や地盤条件、周辺の土地利用等の当該施設の設置されている箇所の環境を把握しておくことも重要である。

① 地下水

- ・ サイドドレーン、アンダードレーン、ウイープホールなどの性能低下が招く地下水位の上昇により、過大な浮力が発生し、水路の側壁、底版にたわみ・変形・浮上が生じることや、基底部の水みちの形成による土砂粒子の流亡等に起因する不同沈下が起こることなどにより、構造物全体が傾斜、移動する可能性がある。

また、アルカリ骨材反応に関与する環境作用として、水分の供給、周辺環境からの塩化物イオンの供給などが挙げられる。例えば、水路背面地盤の地下水、雨水等がコンクリートへ多量に供給される場合には、コンクリートの含水量も大きくなり、アルカリ骨材反応も進行しやすくなる。さらに、コンクリートの含水率（飽水度）が高いほど水の凍結による膨張圧が大きくなり、凍害が生じやすくなる。

これらのことから、地下水位の上昇や降雨による表面変状、基礎部の水みちの存在の有無、冬期の融雪や気温の状態などを確認することが重要である。

② 地盤条件

- ・ 開水路が、不同沈下の原因となる盛土や切土境界等の基礎地盤条件の変化点、長期的な地盤沈下の想定される軟弱地盤、地震時に浮き上がりの原因となる液状化しやすい地盤等に設置されている場合には、地盤の変状の進行に伴い、側壁や底版に

たわみやひび割れが生じたり、構造物全体の移動等が発生したりする可能性がある。機能診断に当たっては、施設の設置位置の地盤条件を把握しておくことが重要である。

③ 周辺の土地利用等

- ・ 農村地域の混住化といった農業及び社会情勢を取り巻く環境の変化により、施設周辺の土地利用状況に変化が生じることがある。機能診断に当たっては、建設当時の地形図や住宅地図等を入手し、建設当時と現状との土地利用状況の対比や荷重条件の整合を確認することも重要である。

また、工業地域に近接する地域にある開水路の場合、地下水のくみ上げに起因する地盤沈下や化学工場からの排水に起因する水質変化等にも留意が必要である。

6) 施設管理者に対する問診事項及び取りまとめ方法

- ・ 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、発生条件等までを確認することが望ましい。

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）などを把握しておく。

- ・ 施設管理者への問診は、通常、表 2-1 に示すような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、表 3-2 に示す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。日常点検票の水利用・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する。問診に当たっては、水利システム図等を活用する。

- ・ 表 3-3 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 3-2 に水利システムの図の例を示す。

7) 施設情報の図化

- ・ 過去のひび割れ状況等、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。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。

表 3-2 開水路の事前調査票（問診票）の例

整理番号		調査年月日		平成	年	月	日
地区名		記入者					
施設名							
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そのほかの異常が見られる（摩耗、粗骨材露出） 2. 異常無し					
		【特記】					
	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、段差が見られるが漏水の痕跡は認められない ③そのほかの異常が見られる（ ） 2. 異常無し					
		【特記】					
	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そのほかの異常が見られる（ ） 2. 異常無し					
		【特記】					
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					
		【特記】					
	水 位 の 維 持	1. 異常有り ①水位の異常上昇、溢水が見られる ②水位の異常低下が見られる ③水位が安定しない 2. 異常無し					
		【特記】					
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そのほかの環境に関わる苦情、改善要請がある （ ） 2. 異常無し					
		【特記】					

※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（ ）

表 3-3 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			調査年月日	平成 年 月 日
地区名			記入者	
施設名			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】		
	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】		
	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】		
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、溢水する時がある ・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】		
	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・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】		
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、末端で必要な水量を確保できない			
	2. 異常なし 【特記事項】			
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】			

※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。

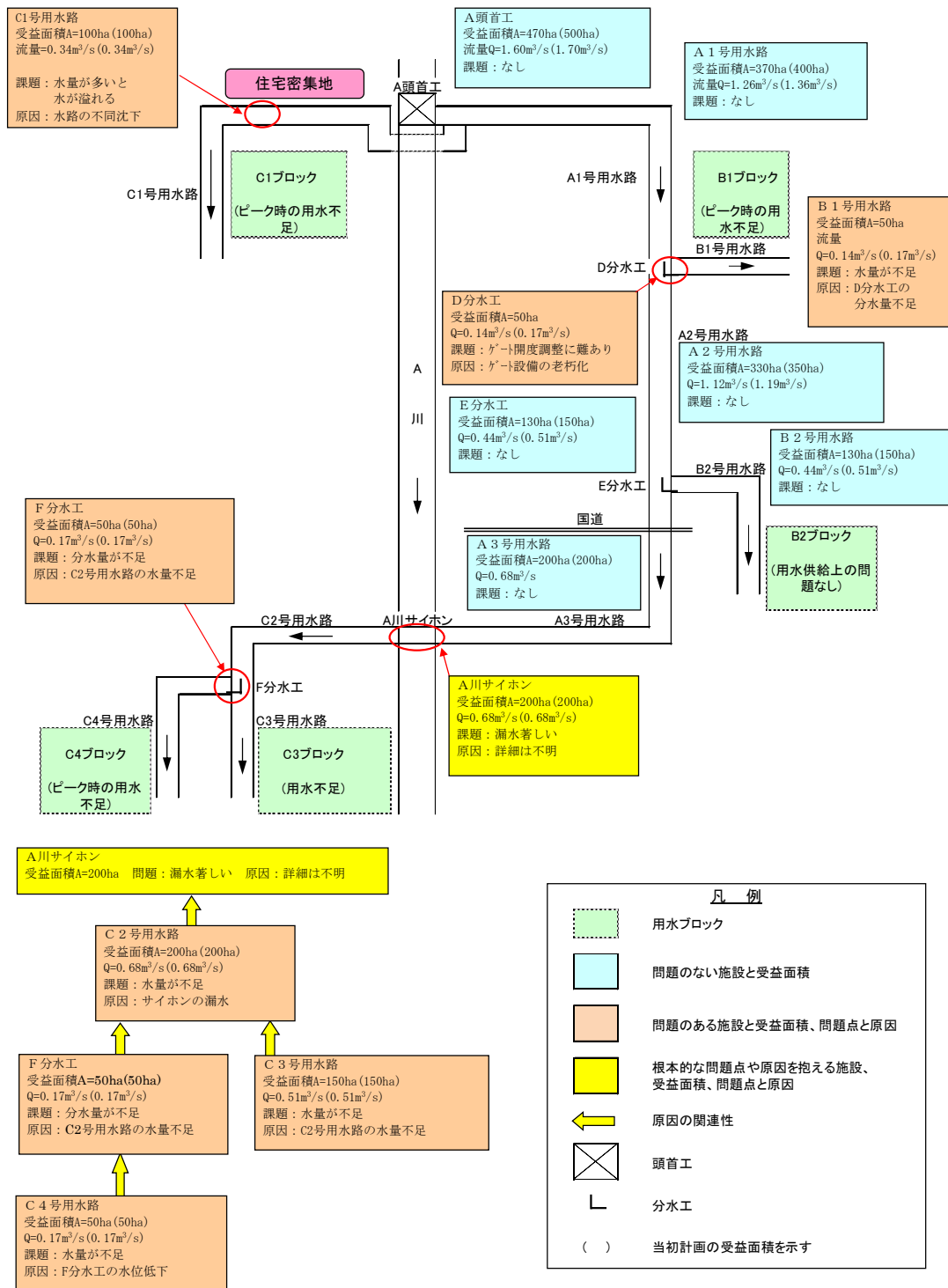
(a)鉄筋コンクリート開水路 (b)無筋コンクリート開水路 (c)柵きよ (d)矢板型水路

(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 ()

【参考】水利システムの図化

機能診断に当たっては、事前に対象施設がどのような水利システムとして成り立っているかを把握することが望ましい。例えば、下図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することが考えられる。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との良い。



3. 3 現地踏査（巡回目視）

現地踏査では、事前調査で得られた情報を基に実際に現地を巡回目視により変状が生じている位置や程度等を大まかに把握するとともに、劣化要因の推定を行う。これらを踏まえて、現地調査の単位、定量的な調査項目等を決定しつつ、仮設工の必要性の有無など現地調査の具体的な実施方法等を検討する。

【解説】

（１）現地踏査の基本的な考え方

- ・ 現地踏査は、事前調査で得られた情報を基に、巡回目視により対象路線全区間を調査し、施設周辺の土地利用の変化等を確認しつつ、変状の有無や変状箇所の特定を行うとともに、現地調査を実施するのに適当な場所（定点）の設定や調査の単位、仮設工や安全対策の必要性の有無、定量的な調査項目の決定等、現地調査の実施方法を具体的に決定することを主目的として行う。
- ・ 現地踏査は、専門的な知見を有する技術者が主体となって行う。また、日常管理を通じて平常時の状況を熟知する施設管理者（土地改良区等）と一緒に実施することが望ましい。なお、水路のひび割れ及び目地の劣化による漏水や不同沈下、蛇行による溢水など、通水時にしか得られない情報もあることに留意する。事前調査において溢水や下流への配水不足等、水利用機能及び水理機能に問題があると判断された場合は、現地踏査等の際に、水路の余裕高、分土工の配水比等を調査する。
- ・ 現地踏査による巡回目視を行うに当たっての留意点を以下に示す。
 - ① 構造物の変形、傾斜、欠損の有無、程度
 - ② ひび割れなどの表面変状の有無、程度（範囲）
 - ③ 目地部の変状※（段差、止水板の破損、周縁コンクリートの欠損、漏水痕跡、背面土の吸出しの痕跡）
 - ④ 水路全体の不同沈下、蛇行
 - ⑤ 周辺地盤の沈下、陥没、崩落、構造物の拔上がり

※ 目地部は目地材の劣化や応力の集中による劣化により漏水が発生しやすい箇所であり、現地踏査においては、特に留意することが望ましい。

- ・ 現地踏査に当たっては、事前調査で整理された情報や認識されている変状等を基に、踏査箇所や確認すべきポイントを予め整理した帳票を作成する。現地踏査票の例を表3-4に示す。

また、今後の現地調査及び継続調査時においては、調査ポイントや過去の変状を容易に把握するため、事前調査段階で作成した施設情報が記載された平面図・縦断図、展開図等を活用することが望ましい。

表 3-4 開水路の現地踏査票の例

整理番号		調査年月日	平成 年 月 日
地区名		記入者	
施設名			
写真整理No.			
	変状項目	変状の程度	変状箇所※
水路の 安定性	欠損・崩壊・鉄筋の露出		
	傾き・変形・歪み 側壁、底版の変形		
	不同沈下		
材料劣化	ひび割れ・進行性、曲げひび 割れ等の異常なひび割れ		
	コンクリート表面の剥落、欠 損、変色などそのほかの変状		
	コンクリートブロック等の 欠損、はがれ		
	摩耗・骨材の露出		
	漏水・ひび割れ等からの漏水 痕跡箇所		
	鋼矢板の腐食・孔食		
目地の 劣化	漏水・漏水痕跡 (異常な湿気・吸出し)		
	欠損、段差、破断		
周辺地盤	水路に接する地盤地すべり、 崩落		
	水路に接する地盤陥没		
雑草・堆砂	通水障害を起こすような雑 草の繁茂		
	通水障害を起こすような堆 砂		
評価	現地調査箇所 (現地調査を行うのに適当 な箇所)		
	詳細調査箇所 (補修対策の必要有無を判 断するための詳細調査が必要 な箇所)		
	補修対策の必要箇所 (早急に補強・補修工事を必要 とする箇所)		
特記事項			

※変状箇所は、路線測点番号、施設番号、調査平面図に付した番号等のいずれかを記入し、今後の経年調査で場所が照合できるようにすること。あわせて、水路形式を、以下の区分から選択して記入すること。

- (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 ()

(2) 現地調査箇所選定の考え方

- ・ 現地調査対象区間は、分水施設間で挟まれた水理ユニットに着目し、水路形式や断面、土地利用条件、地形・地質等が大きく変わる変化点において、単位分割したものを基本区間として選定する。
- ・ 現地調査の調査地点（定点）は、上記の基本区間を代表する箇所（劣化の程度が代表的な箇所）及び変状が顕著な箇所を基本とする。

なお、過去に施設の機能診断調査が実施されている場合には、調査の効率性を確保するとともに、経年変化の分析が行えるようにするため、極力、当該調査地点を活用する。

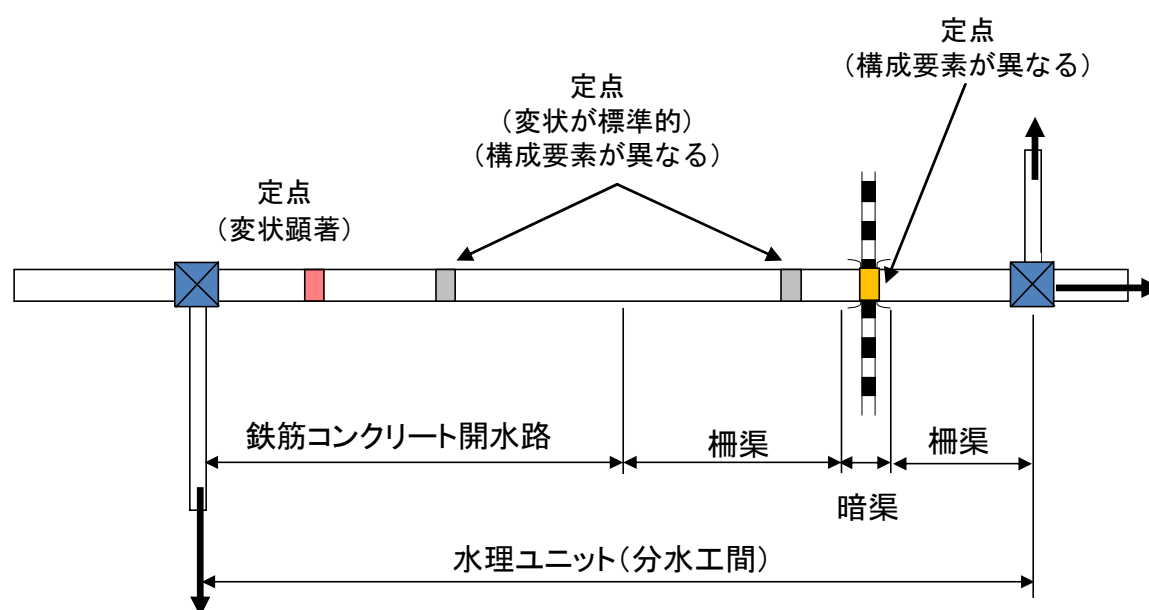


図 3-3 定点調査地点の設定（例）

3. 4 劣化要因の推定

現地調査における調査項目の設定や調査地点の選定を効率的に行う観点から、事前調査、現地踏査で得られた成果を基に、施設の重要度を評価するとともに、着目する劣化要因を推定する。

【解説】

- ・ 現地調査における調査項目の設定や調査地点の選定を効率的に行う観点から、事前調査で得られた成果を基に、使用環境条件と劣化要因の関連性を整理し、表 3-5 に示すような「劣化要因推定表」を用いて、当該施設における主たる劣化要因を把握する。
- ・ 主たる劣化要因は、「劣化要因推定表」の関連性の高さで判断されるが、関連性が低い要因であっても、過去の機能診断結果や事故原因調査等から劣化要因が特定されている場合は、関連資料の追加収集や現地調査計画に反映させる。

表 3-5 開水路が置かれた環境と劣化要因との関連性（劣化要因推定表）の例

劣化要因 使用・劣化環境		内部要因								外部要因					
		コンクリート								鋼矢板					
		中性化 ※1	塩害 ※1	ASR ※2	凍害	化学的 腐食	疲労	摩耗 風化	腐食	土圧・ 後背土 滑り	凍上圧	地下 水圧	地盤 沈下	その他 転石衝突等	底面 浸食 盤膨れ
供用年数	40年以上	○	○	○	○	○	○	○	◎						
	20～40年未満	△	△	△	△	△	△	○	○						
施工年	1986年以前		△	△											
	1978年以前	△													
鉄筋被り	t < 30mm	○	○												
地域	①塩害を起こしやすい(起きた)地域	△	○	△	△										
	②ASRを起こしやすい(起きた)地域		△	○	△										
	③凍害を起こしやすい(起きた)環境		△	△	○						○				
	④ASR、塩害複合劣化地域	△	○	○	△										
	⑤塩害、凍害複合劣化地域	△	○	△	○										
	⑥凍害、ASR複合劣化地域		△	○	○										
供用環境	①南向き面の部材	△			○						○				
	②融雪剤・凍結防止剤の使用		△		△				○						
	③接水時間が長い（常時）						△		○						
	④周辺に樹木等の植生あり									◎					
	⑤海水の流入あり		○						◎						
材料	①水セメント比60%以上	○	○		○										
	②海砂の使用		◎												
	③反応性材料使用			○											
水質	①硫酸分水質（温泉）					○			◎						
	②化学工場・食品加工場等の廃液流入					○			◎						
	③硬度が小さい							○							
土壌・地盤	①腐食性土壌（酸性土壌）	△		△		△									
	②地下水位（高い）			△	△	△						○			○
	③軟弱地盤									○			○		○
	④片盛土区間・切盛境界									○			○		
	⑤地山の透水性が高い									○	○	○			
地圧	繰返荷重						○			◎					
	①自動車荷重（直接）									○					
	②自動車以外の荷重						△			○					
	①設計荷重を大きく上回る荷重の負荷									◎				○	
摩耗条件	②極端な偏荷重が作用									◎					
	③過去に地震被害を受けた									○			○		○
	①射流の水路							○							
	②砂礫・転石の流下							○						○	

【関連性：高←◎・○・△・なし→低】

※1 無筋コンクリートの場合は劣化要因としない。

※2 1986年以降の施工の場合は劣化要因としない。

（参考）アルカリ骨材反応について

アルカリ骨材反応には、アルカリシリカ反応（以下「ASR」と言う。）、アルカリ炭酸塩反応及びアルカリシリケート反応の3種類があり、我が国で被害が主に報告されているのはASRであるとされている（コンクリート診断技術「15「基礎編」」）。

なお、本編においては、両者（アルカリ骨材反応とASR）を特に明確に使い分けているものではない。

3. 5 現地調査（近接目視と計測）

現地調査では、事前調査・現地踏査で得られた情報及び施設の重要度等を勘案して、現地調査の範囲・調査地点の密度及び調査手法等を設定する。また、調査手法については、水路形式の特徴に合わせた調査手法を選択するとともに、類似地区の事故事例や使用・劣化環境条件も参考にする必要がある。必要に応じて詳細調査を実施する。

【解説】

（１）現地調査の基本的な考え方

- ・ 現地調査は、事前調査・現地踏査で得られた情報、施設の重要度、経過年数等を踏まえ、適切な調査範囲において実施する。施設の性能低下状態やその要因について定量的な調査を行う。現地調査結果だけでは判定できず、さらに詳細な調査が必要であると判断された場合には、専門家や試験研究機関等による調査（詳細調査）を実施する。
- ・ また、調査費用と求めたい結果との費用対効果についても十分検討し、例えば、小断面開水路で施設の重要度が低く、事故歴や変状が無い場合や機能診断調査を行うよりも事後保全の方が明らかに経済的と判断される場合には、現地調査項目を絞り込むこともできる。

（２）現場条件により調査に制約を受ける場合の取扱い

- ・ 開水路の内部要因を把握するための現地調査はできる限り断水し、水路に水がない状態で水路内から調査することが望ましいが、運用上断水ができない場合は、開水路の外側から調査を行う。ただし、開水路の躯体の内側と外側では供用環境が異なることから、項目によっては調査位置の代替えができない場合があることに留意する必要がある。なお、ひび割れが原因による漏水など通水している状態の水路からしか得られない情報もあることに留意する。

（３）調査項目及び調査内容

- ・ 現地調査では、事前調査、現地踏査の結果を踏まえ、劣化の状況や主要な劣化要因等を特定するために必要な調査項目を設定する。
- ・ コンクリート施設では、劣化要因推定表によって得られた主要な性能低下要因を踏まえ、ひび割れ、材料劣化、変形・歪み、目地の劣化、地盤変形などについて調査する。標準的な現地調査項目を表 3-6 に示す。
- ・ なお、農業水利施設の構造性能の低下は、水利用性能・水理性能の低下としてマクロ的に顕在化することも多い。水利システムを俯瞰した問診等により水利用性能及び水理性能を把握しておくことは、後の対策工法の検討等のプロセスの効率的な実施にもつながることから、こうした問診を行うことも重要である（表 3-7 参照）。

表 3-6 構造機能に関する標準的な現地調査項目の例

機能	性能	区 分	調査項目	調査手法	記録手法
構 造	力学 安全性	ひび割れ	ひび割れ最大幅	定量計測 (クラックスケール)	定量記録、写真記録、 図化
			ひび割れ延長	定量計測 (スケール)	〃
			ひび割れタイプ	タイプ判別	〃
		変形・ 歪み	変形・歪み量	目視による有無、簡易 計測 (下げ振り、ポー ル、傾斜計)	定量記録、写真記録、 図化
		圧縮強度	圧縮強度 (反発硬度)	簡易計測 (リバウンド ハンマ法、機械インピ ーダンス法等)	定量記録、写真記録
	耐久 性	材料劣化	浮き	目視による有無、 打音調査	写真記録、図化
			剥離・剥落・スケーリン グ	目視による有無、 簡易計測 (デプスゲー ジ等)	定量記録、写真記録、 図化
			ポップアウト	目視による有無	写真記録、図化
			(析出物) エフロレッセ ンス	〃	〃
			(析出物) ゲルの滲出	〃	〃
			錆汁	〃	〃
			変色	〃	〃
			摩耗・風化	目視による有無、 簡易計測 (デプスゲー ジ等)	定量記録、写真記録、 図化
			漏水(痕跡)	目視による有無	写真記録、図化
			鉄筋露出	〃	〃
		中性化	中性化深さ／中性化残 り	ドリル法	〃
			鉄筋被り	設計図書の確認、 定量計測 (鉄筋探査)	定量記録、写真記録、 図化
	安定 性	地盤変形	背面土の空洞化	目視による有無、 打音調査	写真記録、図化
			不同沈下	目視による有無、 簡易計測 (スケール等)	定量記録、写真記録、 図化
	上記 性能を 含む 構造 性能	目地の 劣化	目地の開き	目視による有無、簡易 計測 (スケール)	〃
			段差	〃	〃
			止水板の破断	目視による有無	写真記録、図化
			漏水(痕跡)	〃	〃
			周縁コンクリートの欠 損等	目視による有無、簡易 計測 (スケール等)	定量記録、写真記録、 図化

※ 1 有無を目視で調査する項目で、変状が「有」の場合は、定量的な調査を行う。

※ 2 ひび割れの記録を行う場合、クラックスケールを当てて近接撮影を行う。

表 3-7 水利用機能及び水理機能に関する標準的な現地調査項目の例

機能	性能	調査項目	調査手法	記録手法	備 考
水利用	・ 保守管理 ・ 保全性	保守管理に必要な施設(除塵・排砂施設、管理用道路等)の有無、状態	目視による有無 作動調査	状態記録、写真記録	非かんがい期
水理	通水性	流量	定量計測結果より算定 (水位(スケール等)と流速(電磁流速計等)を計測し流量を算定する)	定量記録、写真記録	かんがい期
		水位(余裕高)	定量計測(スケール・コンベックス等)	〃	かんがい期
		水路断面	定量計測(スタッフ等)	〃	非かんがい期
		ひび割れからの漏水※	目視による有無	定量記録、写真記録、図化	〃
		不同沈下※	目視による有無 側壁高計測(レベル等) 縦断勾配計測(レベル等)	〃	〃
		止水板の破断※	目視による有無	写真記録、図化	〃
		目地からの漏水※	〃	〃	〃
		摩耗・すりへり※	〃	〃	〃
		変形・歪みの有無※	目視による有無 定量計測(下げ振り等)	定量記録、写真記録、図化	〃
	水位制御性・ 分水制御性	分水流量	定量計測結果より算定	定量記録、写真記録	かんがい期
		分水位	定量計測(スケール・コンベックス等)	〃	かんがい期
		水位・流量制御施設(ゲート等)の状態	目視による有無 作動調査	状態記録、写真記録	非かんがい期

※定点における施設状態評価表を用いた調査の項目にも該当。

(4) 現地調査票

- ・ 現地調査結果は、調査項目ごとに整理を行う。なお、現地調査に当たっては、中長期の変状を継続的に調査することが望ましいため、定点ごとの調査票から取りまとめるを行う。現地調査（定点調査）票の参考例を表 3-8、表 3-9 及び参考資料に示す。

表 3-8 鉄筋コンクリート開水路の現地調査（定点調査）票の例 (1/2)

整理番号		調査年月日		
地区名		記入者		
施設名		調査地点(測点表示等)		
定点調査番号		例: No. O+O ~ No. O+O		
劣化要因 の評価 (劣化要因 判定表に よる)	劣化要因	評価		
	中性化	特記事項(可能性のある劣化要因等)		
	塩害			
	ASR			
	凍害			
	化学的腐食			
	疲労			
	摩耗・風化			
構造外力				
調査部位	規格	調査施設概要図		
データ 整理No.	スケッチ	☐ あり ☐ なし	No.	
	写真	☐ あり ☐ なし	No.	
変 状 項 目		変状の状態・程度		
ひび割れ	ひび割れ最大幅 ※()の値は厳しい腐食環境の場合に適用する。	☐ 0.2mm未満 ☐ 0.2mm以上～1.0mm未満 ☐ 1.0mm以上 (0.2mm未満) (0.2mm以上～0.6mm未満) (0.6mm以上)		
	最大幅ひび割れの延長	☐ ひび割れなし	実測値	(mm)
	幅2.0mm以上			(m)
	幅1.0mm以上2.0mm未満			(m)
	幅0.20mm以上1.0mm未満			(m)
	幅0.20mm未満			(m)
	ひび割れ形状 ※複数指定可	☐ 1.目地間中央や部材解放部の垂直ひび割れ ☐ 2.特徴的な形状を示さないひび割れ ☐ 3.格子状・亀甲状などのひび割れ ☐ 4.側壁を横切るような水平又は斜めのひび割れ ☐ 5.鉄筋に沿ったひび割れ		
	進行性(前回との変化)	☐ あり		
	ひび割れ規模	☐ ひび割れ密度: ひび割れ幅0.2mm以上のものが50cm/m ² 以上 ☐ 全体的(表面の50%以上)		
	ひび割れ付随物(析出物、錆汁、浮き)	☐ あり ☐ なし		
ひび割れからの漏水	☐ 滲出し、漏水跡、滴水 ☐ 流水、噴水 ☐ なし			
ひび割れ段差	☐ あり ☐ なし			
材料劣化	※いずれか該当するチェックボックスに印をつけ、右欄に計測値を記入する。			
	浮き	☐ 部分的(表面の50%未満) ☐ 全体的(表面の50%以上) ☐ なし		(m ²)面積
	剥離・剥落・スケールン	☐ 部分的(表面の50%未満) ☐ なし ☐ 全体的(表面の50%以上)		(m ²)面積 (cm)深さ (最深部)
	析出物(エフロレッセンス・ゲルなど)	☐ 部分的(表面の50%未満) ☐ 全体的(表面の50%以上) ☐ なし		(箇所)

表 3-9 鉄筋コンクリート開水路の現地調査（定点調査）票の例 (2/2)

変 状 項 目		変状の状態・程度			
材料劣化	錆汁	☐ あり ☐ なし			(箇所)
	摩耗・すりへり	☐ 1.細骨材露出 ☐ 2.粗骨材露出			
		☐ 3.粗骨材剥離 ☐ なし			
		☐ 全体的(表面の50%以上)			(m ²)面積
鉄筋露出	☐ 部分的(表面の50%未満) ☐ なし				
	☐ 全体的(表面の50%以上)			(箇所)	
圧縮強度	反発硬度法(左・右側壁)	測定No.			(N/mm ²)
		測定No.			
	平均値(設計基準強度比)	☐ 100%以上 ☐ 75%以上100%未満 ☐ 75%未満			
中性化深さ	ドリル法	測定No.			(mm)
	鉄筋被り(測定値又は設計図書による)				(mm)
	中性化残り=鉄筋被り-中性化深さ				(mm)
	平均値	☐ 中性化残り10mm以上 ☐ 中性化残り10mm未満			
変形・歪み	変形・歪みの有無	☐ 局所的(施設の一部のみで発生) ☐ 全体的(変状が構造物全体にある) ☐ なし			
	変形・歪み箇所の略図				
欠損・損傷	欠損・損傷の有無	☐ 局所的(施設の一部のみで発生) ☐ なし ☐ 全体的(変状が構造物全体にある)			(箇所)
不同沈下	構造物の沈下・蛇行	☐ 局所的(施設の一部のみで発生) ☐ なし ☐ 全体的(変状が構造物全体にある)			
地盤変形	背面土の空洞化	☐ 局所的(施設の一部のみで発生) ☐ なし ☐ 全体的(変状が構造物全体にある)			
	周辺地盤の陥没 ひび割れ	☐ 局所的(施設の一部のみで発生) ☐ なし ☐ 全体的(変状が構造物全体にある)			
	拔上がり(目視)	☐ 20cm未満 ☐ 20cm以上～50cm未満 ☐ 50cm以上 ☐ なし			
目地の変状	目地の開き	☐ 局所的(施設の一部のみで発生) ☐ なし ☐ 全体的(変状が構造物全体にある)			(mm)
		☐ 局所的(施設の一部のみで発生) ☐ なし ☐ 全体的(変状が構造物全体にある)			(mm)
	止水板の破損	☐ あり ☐ なし			(箇所)
	目地からの漏水の状況	☐ 滲出し、漏水跡、滴水 ☐ なし ☐ 流水、噴水			(箇所)
		周縁コンクリートの欠損等		☐ 局所的(施設の一部のみで発生) ☐ なし ☐ 全体的(変状が構造物全体にある)	
					(箇所)

（５）調査頻度

- ・ 機能診断の頻度は、開水路の劣化状況や偶発的な事故により、農業や周辺環境にどのような影響があるのか、その影響がどの程度までなら許容できるのか、修復の難易度や所要時間はどの程度かといった視点で検討を行い、施設ごとに定められた重要度や健全度、調査に要する経費との関連も含めて適切に設定する必要がある。

また、劣化があまり進行しておらず、偶発的な事故によるリスクが小さい場合であっても、当該施設が今後どのような劣化過程をたどるのかを観察し予測するため、定期的な機能診断を実施する必要がある。

3. 6 機能診断評価の視点

機能診断評価は、劣化予測や対策工法の検討を行うため、機能診断調査の結果明らかとなった「施設状態」に基づき、対象施設の「健全度評価」を行う。健全度評価は、主に構造性能に係る指標に基づいて、対象施設の変状がどの程度のレベルにあるかを総合的に評価することを基本とするが、状況に応じて水利用性能、水理性能に係る指標も併せて考慮する。

【解説】

- ・ 機能診断評価は、施設の構造性能の状態（健全度）と施設に生じた変状の要因を把握するために実施する。

また、施設の劣化はコンクリートなどの材料そのものの劣化、外力による変形・変位等、様々な要因により引き起こされるが、施設の健全度評価は、こうした劣化の主要因を見極めた上で適切に評価する。ただし、ゴミ、雑草などに起因する水利用性能及び水理性能の低下は、維持管理による対応を別途検討するものとし、健全度評価においては考慮しない。

- ・ 施設・設備の性能低下は供用期間中に生じた様々な要因によって進行しているため、それぞれの要因について進行性があるかどうかを含めて把握することが重要である。

なお、開水路については、用水・排水の目的の相違や構造形式によって許容される変状の程度が異なることから、水路形式ごとの状態評価表を用いて評価を行うものとする。

水路形式ごとの評価の留意点は次のとおり。

（１）鉄筋コンクリート開水路

- ・ 中性化や塩害などによる鉄筋腐食先行型の劣化などコンクリート材料の内部要因と地盤の不同沈下や背面土圧の増加など外部要因の双方に留意する。構造部材の劣化特性については、ひび割れタイプや使用環境条件（鉄筋腐食環境等）によって大きく異なるため、これらを考慮して検討を行うとよい。

（２）無筋コンクリート開水路

- ・ 外部要因によるコンクリート躯体の安定性低下に着目して評価を行う。また、アルカリ骨材反応や凍害などに起因するコンクリート躯体の一体性の低下についても留意する。

（３）その他開水路

① 矢板型水路（柵きよ含む）

- ・ 排水路や承水路に使用されることが多い。水路施設の周辺が市街化されていることもあるため、矢板の変位に伴う隣接道路の地割れや陥没など周囲への影響につい

ては特に留意する。また、矢板が鋼矢板、コンクリート矢板の場合には、矢板自体の腐食、コンクリートの劣化についても留意する。

② コンクリートブロック積・石積水路

- ・ 背面土圧の増加、地表水の流入、軟弱地盤上の水路であることによる経年的な沈下、底版の洗掘などに伴うブロック・石積のずれや背面土砂の流出に留意する。また、その進行性についても着目する。

③ ライニング水路

- ・ ライニングの浮き上りや目地部からの背面土砂の流出などに留意する。

④ 無ライニング水路

- ・ 自然地盤の掘削による水路か、堤防を盛立てた水路かにより、対策の緊急性が異なるため、水路の断面・築造形状に留意する。

表3-10 鉄筋コンクリート開水路の健全度ランクの設定例

健全度 ランク	施設の状態	現 象 例	対応する※ 対策の目安
S-5	変状がほとんど認められない状態	① 新設時点とほぼ同等の状態 (劣化過程は、潜伏期)	対策不要
S-4	軽微な変状が認められる状態	① コンクリートに軽微なひび割れの発生や 摩耗が生じている状態 ② 目地や構造物周辺に軽微な変状が認めら れるが、通常の使用に支障がない (劣化過程は、進展期)	要観察
S-3	変状が顕著に認められる状態 劣化の進行を遅らせる補修工事などが 適用可能な状態	① 鉄筋に達するひび割れが生じている あるいは、鉄筋腐食によるコンクリート の剥離・剥落が生じている ② 摩耗により、骨材の脱落が生じている 目地の劣化により顕著な漏水（流水や噴 水）が生じている ③ (劣化過程は、進展期から加速期に移行 する段階)	補 修・ 補 強
S-2	施設の構造的安定性に影響を及ぼす変 状が認められる状態 補強を伴う工事により対策が可能な状 態	① コンクリートや鉄筋の断面が一部で欠損 している状態 ② 地盤変形や背面土圧の増加によりコンク リート躯体に明らかな変形が生じている 状態 (劣化過程は、加速期又は劣化期に移行 する段階)	補 強・ 補 修
S-1	施設の構造的安定性に重大な影響を及 ぼす変状が複数認められる状態 近い将来に施設機能が失われる、又は 著しく低下するリスクが高い状態 補強では経済的な対応が困難で、施設 の更新が必要な状態	① 貫通ひび割れが拡大し、鉄筋の有効断面 が大幅に縮小した状態 S-2に評価される変状が更に進行した状 態 ② 補強で対応するよりも、更新した方が経 済的に有利な状態 (劣化過程は、劣化期)	更 新

※ 同欄の記載内容は目安として示したものであり、健全度ランクに対応する対策の必要性の有無及びその内容は、水理性能に与える影響、重要度、リスク、劣化要因、劣化の進行状況などに応じて検討する。

表3-11 無筋コンクリート開水路・その他開水路の健全度ランクの設定例

健全度 ランク	施設の状態	現 象 例	対応する※ 対策の目安
S-5	変状がほとんど認められない状態	① 新設時点とほぼ同等の状態 (劣化過程は、潜伏期)	対策不要
S-4	軽微な変状が認められる状態	① 軽微なひび割れが見られる ② 周辺地盤の変状(不同沈下や陥没など)が見られるが水路躯体の変状は認められない ③ 水路底の盤膨れが見られるが水路躯体の変状は見られない ④ 土砂の吸出しや裏込め土からの湧水痕跡が認められる (劣化過程は、進展期) ⑤ 鋼矢板にサビ層の剥離が見られる	要観察
S-3	変状が顕著に認められる状態 劣化の進行を遅らせる補修工事などが適用可能な状態	① 躯体に0.2mm～5.0mm程度のひび割れが全面的にある、あるいは部分的でも5.0mm以上のひび割れがある ② 軽微な基礎の滑り、沈下、ブロック面のせり出し、傾斜などが見られる ③ 裏込土や周辺地盤の空洞化や移動が疑われるような地盤の変形(不同沈下や陥没など)が見られる ④ 顕著な土砂の吸出しや漏水が見られる(劣化過程は、進展期から加速期に移行する段階) ⑤ 鋼矢板に開孔が見られる	補 修・ 補 強
S-2	施設の構造的安定性に影響を及ぼす変状が認められる状態 補強を伴う工事により対策が可能な状態	① 躯体に5.0mm以上のひび割れがあり、かつ全面的にひび割れが発達している。 ② 顕著な基礎の滑り、沈下、柵板の破損、脱落が見られる、あるいは水路壁面のせり出しや傾斜変形が見られるが、柵きょ・矢板の崩壊、転倒には至っていない ③ 柵きょ・矢板の変形により水路線形が蛇行している。 (劣化過程は、加速期又は劣化期に移行する段階)	補 強・ 補 修
S-1	施設の構造的安定性に重大な影響を及ぼす変状が複数認められる状態 近い将来に施設機能が失われる、又は著しく低下するリスクが高い状態 補強では経済的な対応が困難で、施設の更新が必要な状態	① S-2の症状がさらに進んだ状態で、柵きょ・矢板が転倒あるいは損壊している (劣化過程は、劣化期)	更 新

※ 同欄の記載内容は目安として示したものであり、健全度ランクに対応する対策の必要性の有無及びその内容は、水理性能に与える影響、重要度、リスク、劣化要因、劣化の進行状況などに応じて検討する。

3. 7 施設の健全度評価

開水路の健全度の評価は、機能診断調査の結果に基づいて、施設の性能低下に関係するそれぞれの要因についての評価区分を設定した施設状態評価表を用いて行う。複数の要因が影響している場合には、性能低下を進行させる、より支配的な要因や、施設全体の機能に及ぼす影響度を考慮して評価する。

【解説】

- ・ 開水路の健全度の評価に当たっては、水路形式や敷設条件等を踏まえて、施設ごとの性能低下に関係する要因とその評価区分を設定した施設状態評価表を活用する。
- ・ 施設状態の適切な評価のためには、各施設や地域の条件等を加味することが必要となる。ストックマネジメントに係る基礎的なデータ蓄積のため、基本的な評価項目と評価区分を共通化することとし、開水路の基本例として、水路形式ごとの施設状態評価表を表3-12及び参考資料に示す。
- ・ 健全度の評価において、各要因に対する評価区分が異なる場合には、基本的に最も厳しい評価（例えば、S－4とS－3があれば、S－3）を採用する。

また、施設状態評価表に基づく評価だけでは施設の状態を適切に表現しきれない場合もあることから、様々な要因を含めた最終的な評価を下すため、健全度の総合評価を行う。健全度の総合評価は、それまでの評価の過程を検証し、必要に応じて現場条件等の確認や専門的な知見を有する技術者の協力を得るなどして、総合的な技術的判断（エンジニアリングジャッジ）を踏まえたものとして行う。

なお、支配的要因の検討やエンジニアリングジャッジ等の結果により、施設状態評価表で定量的に区分される評価とは異なる評価区分を採用する際には、定量的な計測等の結果も記録した上で、どのような考え方にに基づきその評価を行ったのかについて、記録しておくことが重要である。

【参考】開水路における路線単位の健全度評価

広域の施設群を対象とした複数施設の機能保全計画を策定にする場合には、開水路の路線単位ごとの健全度評価が必要な場合も生じる。その際は、各定点の健全度、重要度等から路線単位に与える影響度等を考慮して、総合的な評価を行うこととし、その際にも評価の考え方を明確にしておく。

表 3-12 鉄筋コンクリート開水路の施設状態評価表

地区名		評価年月日		評価者				
施設番号		調査地		調査点				
施設状態		S-5:変状なし S-4:変状兆候 S-3:変状あり S-2:顕著な変状あり S-1:重大な変状あり						
評価項目		評価区分				評価の流れ→		
健全度ランク		S-5	S-4	S-3	S-2	変状別評価	主要因別評価	施設状態評価
内部要因	ひび割れ	形状・幅	最大ひび割れ幅 0.2mm未満	最大ひび割れ幅 [0.2mm以上～0.6mm未満] 0.2mm以上～1.0mm未満	最大ひび割れ幅 [0.6mm以上] 1.0mm以上	S-3に該当するものが 全体的	-	-
		タイプ:初期ひび割れ 形状:目地間中央や部材解放部の垂直ひび割れ 原因:乾燥収縮・温度応力	最大ひび割れ幅 0.2mm未満	最大ひび割れ幅 [0.2mm以上～0.6mm未満] 0.2mm以上～1.0mm未満	最大ひび割れ幅 [0.6mm以上] 1.0mm以上	S-3に該当するものが 全体的		
		タイプ:劣化要因不特定のひび割れ 形状:特徴的な形状を示さないひび割れ 原因:症状が複合的であり劣化要因を特定できないもの	最大ひび割れ幅 0.2mm未満	最大ひび割れ幅 [0.2mm以上～0.6mm未満] 0.2mm以上～1.0mm未満	最大ひび割れ幅 [0.6mm以上] 1.0mm以上	S-3に該当するものが 全体的		
		タイプ:ひび割れ先行型ひび割れ 形状:格子状・亀甲状などのひび割れ 原因:ASRや凍害などの劣化要因	最大ひび割れ幅 0.2mm未満	最大ひび割れ幅 [0.2mm以上～0.6mm未満] 0.2mm以上～1.0mm未満	最大ひび割れ幅 [0.6mm以上] 1.0mm以上	S-3に該当するものが 全体的		
		タイプ:外力によるひび割れ 形状:側壁を横切るような水平又は斜めのひび割れ 原因:構造物に作用する曲げ・せん断力	最大ひび割れ幅 0.2mm未満	最大ひび割れ幅 [0.2mm以上～0.6mm未満] 0.2mm以上～1.0mm未満	最大ひび割れ幅 [0.6mm以上] 1.0mm以上	S-3に該当するものが 全体的		
		タイプ:鉄筋腐食先行型ひび割れ 形状:鉄筋に沿ったひび割れ 原因:中性化・塩害	無		有	S-3に該当するものが 全体的		
	進行性(ASRや凍害などの場合)		有りの場合1ランクダウン					
	ひび割れ規模	① ひび割れ密度 (ひび割れ幅 0.2mm以上) 50cm/m ² 以上			S-3に該当するものが 全体的			
	ひび割れ付随物 (析出物・錆汁・浮き)	無	② 有 注2)			又は		
	ひび割れからの漏水	無	③ 滲出し、漏水跡、滴水 注2)			流水、噴水		
	ひび割れ段差	無				有		
	ひび割れ以外の劣化	浮き	無	部分的	全体的		-	-
		剥離・剥落	無	部分的	全体的			
		析出物(コロッセム・ケルなど) (ひび割れを含むものを除く)	部分的(S-4の場合以外)	全体的又は鉄筋に沿った部分的				
		錆汁 (ひび割れを含むものを除く)	無	有				
		摩耗・すりへり	細骨材露出	粗骨材露出	粗骨材剥落			
		全体的の場合、1ランクダウン						
	鉄筋露出の程度	無		部分的	全体的			
	圧縮強度	反発強度法(鉄筋) (圧縮強度換算)※設計強度 21N/mm ² の場合	21N/mm ² 以上 (設計基準強度比 100%以上)	15N/mm ² 以上～ 21N/mm ² 未満 (設計基準強度比75%以上100% 未満)	15N/mm ² 未満 (設計基準強度比75%未満)		-	
	中性化	ドリル法 (中性化残り)	残り10mm以上		残り10mm未満		-	
外部要因	変形・歪み	変形・歪みの有無	無	局所的	全体的	-	-	
	欠損・損傷	欠損・損傷の有無	無	局所的	全体的	-		
	不同沈下	構造物の沈下、蛇行	無	局所的	全体的	-		
	構造物周囲の変状	地盤変形	背面土の空洞化	無	局所的	全体的		-
		周辺地盤の 陥没・ひび割れ	無	局所的	全体的			
		抜け上がり	無	20cm未満	20cm以上～ 50cm未満	50cm以上		
その他の要因	目地の変状	目地の開き	無	局所的	全体的	-	-	
		段差	無	局所的	全体的			
		止水板の破断	無		有			
		漏水の状況	無	漏水跡、滲出し、滴水	流水、噴水			
		周縁コンクリートの欠損等	無	局所的	全体的			

(評価の流れにおける、主要因別評価及び施設状態評価の判定の考え方)

- 注1) ひび割れ幅における[0.6mm]は、厳しい腐食環境の場合に適用する。
- 注2) ひび割れの規模に係る評価区分S-3は、①+②又は①+③を満たす場合に該当する。
- 注3) 「部分的」とは概ね全体の50%未満を示し、「全体的」とは全体の50%以上を示す。
- 注4) ひび割れ先行型ひび割れのうち、ASRや凍害などにより現在においても進行性があると判断できる場合は健全度ランクを「1ランクダウン」。
- 注5) 圧縮強度及び中性化の調査は、必要に応じて実施する。
- 注6) 「変形・歪み」、「地盤変形」などにおける「局所的」とは施設の一部で当該変状が生じている状態を指し、「全体的」とはそれが構造物全体に及んでいる状態を指す。
- 注7) 変状別評価から主要因別評価を行う場合は、最も健全度が低い評価を代表値とする。
- 注8) S-1の評価は、この評価表によらず評価者が技術的観点から個別に判定する。
- 注9) 主要因別評価から施設状態評価を行う場合は、最も健全度が低い評価を代表値とすることを基本とする。なお、今後、性能低下を進行させる、より支配的な要因や、施設の機能に及ぼす影響がある場合には、これを考慮して評価する。
- 注10) 摩耗すりへりの1ランクダウンについては、水理機能、水利用機能に支障がなければ、1ランクダウンを行わないものとすることができる。

第4章 機能保全計画

4. 1 機能保全計画の策定プロセス

機能保全計画は、原則施設毎に策定するものであり、「劣化予測」、「対策工法」、「対策実施シナリオ」、「機能保全コスト」及び「施設監視計画」についてそれぞれ取りまとめる。

【解説】

- ・ 機能保全計画の検討に先立ち、施設管理者や関係機関の意向を踏まえた上で、リスク管理の視点も考慮して施設ごとの重要度評価等に応じた管理水準を設定する。
- ・ 「劣化予測」では、当該施設の劣化状況等を踏まえ、同一の検討を行うことが可能な単位ごとに分類（グルーピング）し、劣化要因に応じてそれぞれのグループの状況に適した手法で検討する。
- ・ 「対策工法」の検討では、機能診断、劣化予測等の結果を踏まえ、水利用性能、水理性能、構造性能等における要求性能の確保の観点や、施工性等の観点から妥当性が見込まれる対策工法を検討する。この際、極力複数の案を検討する。
- ・ 「対策実施シナリオ」の作成では、上記の検討結果を踏まえ、対策工法とその実施時期を組み合わせたシナリオを作成する。この際、技術面・経済面等も含め妥当であると考えられる対策の組み合わせを検討し、極力複数のシナリオを設定する。
- ・ 「機能保全コスト」は、対策実施シナリオごとに算出する。シナリオを選定する際には、機能保全コストが最も経済的となるシナリオの選定を基本とする。しかしながら、経済性のみで判断するのではなく、重要度など施設の有するリスク、環境への影響、維持管理面等に関する施設管理者や関係機関等の意向等も考慮し、総合的に判断する必要がある。
- ・ 「施設監視計画」は、監視を行う測点（部位）、監視内容・項目、頻度、監視に当たった際の留意事項、監視実施者、監視結果の記録、異状時の措置、次回予定診断時期について施設造成者（機能診断者）と施設管理者が情報共有しつつ策定する。なお、対策工事を当面実施しない施設において施設監視（継続監視）とする対応もストックマネジメントの重要な取組のひとつである。
- ・ 開水路の機能保全計画の策定プロセスを図4-1に示す。

②《機能診断》

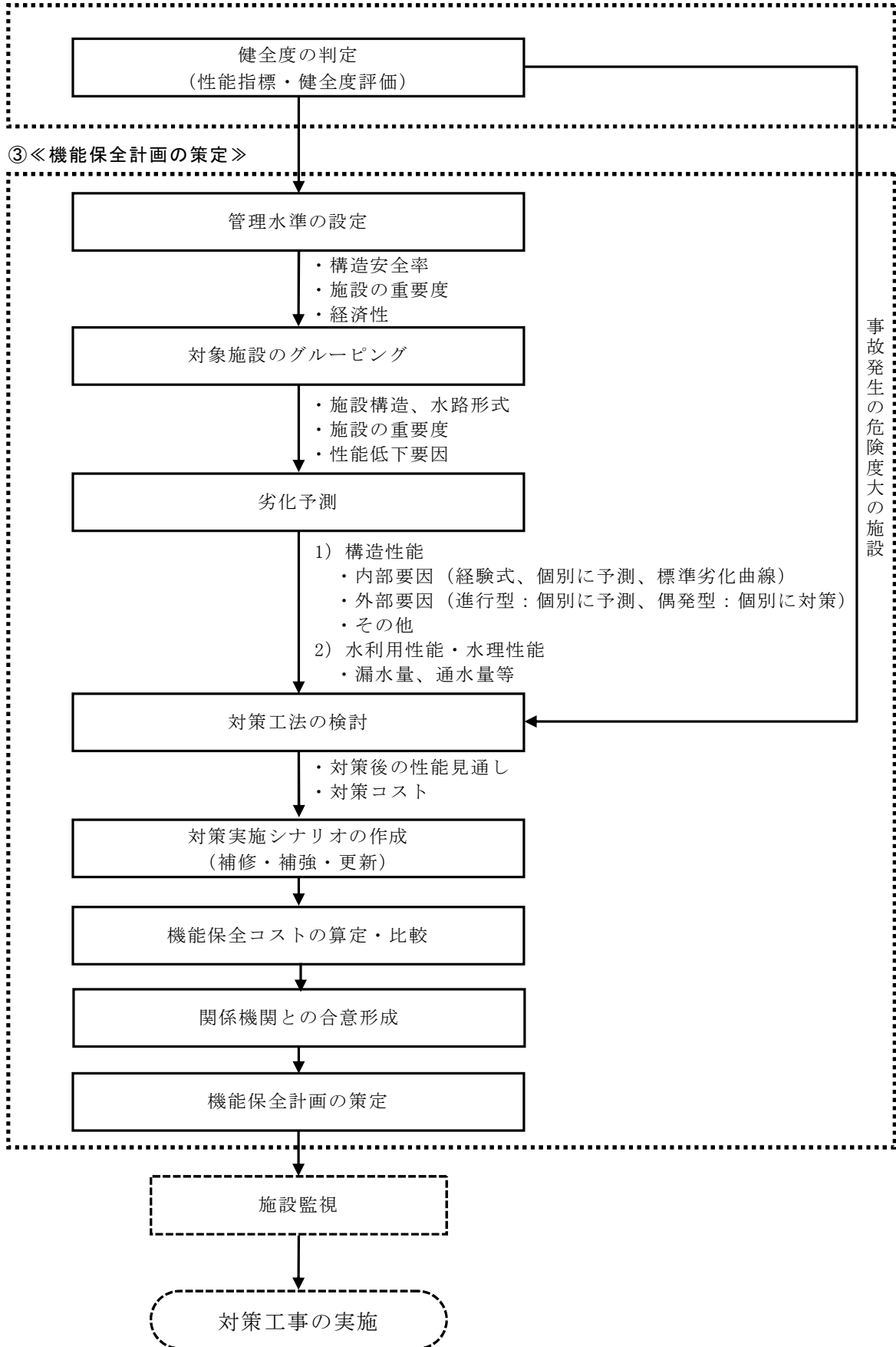


図 4-1 機能保全計画の策定プロセス

4. 2 対象施設のグルーピング

対策の要否や対策工法の比較検討等を効率的に行うため、施設の種類、構造、主な変状等の要因、その程度、設置環境等により同一の対策検討等を行うことが可能な施設群に分類し、グルーピングを行う。また、施設の重要度により管理水準が異なる場合も、これを分けることが必要である。

【解説】

- グルーピングとは、機能診断調査や機能保全計画の策定対象施設について、施設の種類、材料、構造、設計条件、建設時からの経過年数、劣化の要因や劣化の進行状況等の類似性から、劣化予測や対策工法の検討を同一のものとして行うことが可能な施設群を束ねることである。効率的に機能保全計画を策定するためには、このグルーピングを適切に行うことが重要となる。グルーピングは、施設の種類、材料、構造のほか、劣化要因や健全度評価結果に着目して分類する。

なお、グループを細分化すると精緻な検討が可能となる一方、劣化予測や対策工法の検討に要する時間や経費が増加してしまうことから、当該機能診断調査や機能保全計画に求められる精度に応じ、適切なグルーピングを設定することが重要である。グルーピングに当たって、施設構造、健全度及び変状要因の3つは必要最小限の要素となる。

- グルーピングは、機能保全計画の策定を進める際に、対策の要否や対策工法の比較検討を効率的に行うためのものであることから、対策工事の実施段階において、より詳細な区分で検討することもあり得る。

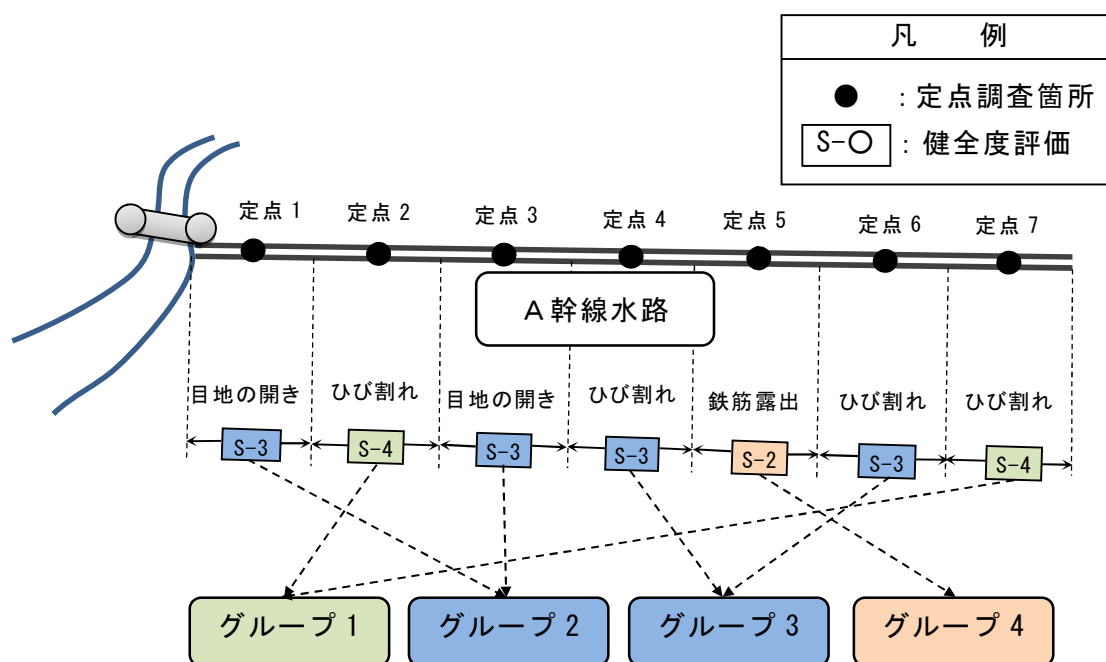


図 4-2 グルーピングの例

【参考】グルーピングの具体例

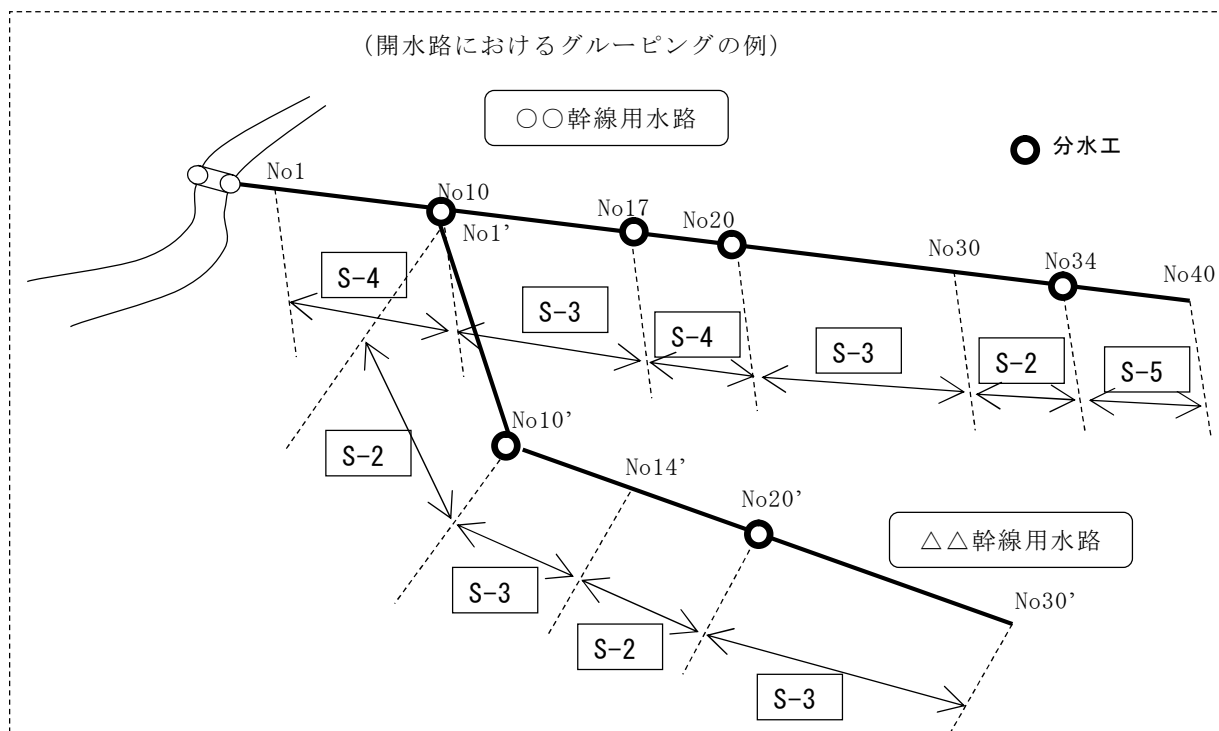


表 4-1 グルーピングの具体例

[機能診断調査結果]

対象施設（構造）	区間	健全度評価	延長（m）	グループ番号
〇〇幹線水路	No 1 ～ 1 0	S-4	9 0	2
（鉄筋コンクリート開水路）	1 0 ～ 1 7	S-3	7 0	3
	1 7 ～ 2 0	S-4	3 0	2
	2 0 ～ 3 0	S-3	1 0 0	3
	3 0 ～ 3 4	S-2	4 0	4
	3 4 ～ 4 0	S-5	6 0	1
△△幹線水路	No 1' ～ 1 0'	S-2	9 0	2 0
（無筋コンクリート開水路）	1 0' ～ 1 4'	S-3	4 0	1 0
	1 4' ～ 2 0'	S-2	6 0	2 0
	2 0' ～ 3 0'	S-3	1 0 0	1 0

[機能診断調査結果を基にグルーピング]

グループ番号	健全度評価	延長（m）	グループ番号	健全度評価	延長（m）
〇〇幹線水路			△△幹線水路		
1	S-5	6 0	1 0	S-3	1 4 0
2	S-4	1 2 0	2 0	S-2	1 5 0
3	S-3	1 7 0			
4	S-2	4 0			

4. 3 劣化予測

劣化予測は、対策が必要となる時期や方法の比較検討を行う目的で実施する。性能低下は、施設の内部要因、外部要因、そのほかの要因に影響されて進行し、これらのうち支配的な要因を判定し、これに基づく劣化予測を行う。

なお、機能診断を複数回行っている施設については、診断ごとの状況変化から劣化の支配的な要因を推定できる場合には、その要因の経過観察の結果に基づいて劣化予測を行うなど機能診断結果の蓄積による予測精度の向上に努める。

【解説】

- ・ 機能保全計画は、検討対象期間（40 年間又は工事期間＋40 年間）を対象として策定するものであり、劣化予測が重要な役割を果たす。
- ・ 性能低下のうち、コンクリートの中性化、塩害によるものは経験式が作成されているため、これを活用する。そのほかの劣化要因が複合的な場合や、経験式等が確立されていない場合、
 - ① 過年度の状況変化についての情報を基に将来の劣化を推定する方法
 - ② 情報不足のため推定が困難な場合には、経過観察によって劣化状態の変化を把握した上で将来の劣化を推定する方法等、それぞれの条件に適した方法を選択することが必要である。
- ・ 上記の方法による予測が困難な場合は、機能診断の実測値により劣化曲線（単一劣化曲線モデル）を作成し、将来の劣化を推定する。

なお、初回の機能診断で機能診断評価が S－5 となった場合は劣化曲線が作成できないため、標準的な劣化曲線を用いて劣化予測を行ってもよい。
- ・ さらに、機能診断後、継続して施設監視を行い、実際の施設の劣化進行状況をきめ細かく見極めた上で、適時に適切な対策を実施することが重要である。

- ・ 以下に、主要因別の劣化予測について示す。

(1) 内部要因

1) 性能低下過程の経験式が存在するもの（コンクリートの中性化、塩害）

主要な劣化要因が中性化や塩害に特定される場合には、性能低下過程が経験的に判明しており経験式が得られているため、これを用いて劣化予測を行う。具体的な手法については、コンクリート標準示方書[維持管理編]（2013年制定）を参照する。

<中性化の潜伏期における進行予測式>

$$y = b \sqrt{t}$$

ここに、 y ：中性化深さ（mm）

T ：中性化期間（年）

B ：中性化速度係数（mm/√年）

<塩害の潜伏期における塩化物イオンの拡散予測式>

$$C(x, t) = \gamma_{cl} \cdot \left[C_0 \left(1 - \operatorname{erf} \frac{x}{2\sqrt{Dt}} \right) + C_i \right]$$

ここに、 $C(x, t)$ ：深さ x (cm)、時刻 t (年)における塩化物イオン濃度（kg/m³）

C_i ：初期含有塩化物イオン濃度（kg/m³）

C_0 ：表面における塩化物イオン濃度（kg/m³）

D ：塩化物イオンの見かけの拡散係数（cm²/年）

erf ：誤差関数

γ_{cl} ：予測の精度に関する安全係数（一般的に 1.0）

2) 個々の変状から個別に劣化の進行を推定するもの

施設構造や立地条件等の個別条件により施設躯体の性能低下の進行が大きく異なる場合には、過去の調査履歴や施設建設当初からの変化の状況、施設管理者からの時系列情報等を基に、個別に性能低下を予測する。

3) 複合的な要因で劣化が進行しているもの

コンクリート施設の性能低下は、材料、施工時の状況、立地条件（地盤強度、地下水位等）、環境条件（温度、湿度、塩分等）等の要因が複合的に働いて進行するのが一般的であり、特定の要因に着目した劣化予測は現状においては困難なことが多い。

このため、複合的な要因の劣化予測は開水路の標準的な劣化曲線を適用するなどの手法を用いる。

(2) 外部要因

1) 偶発的な外力による変形・変位・損傷等

偶発的な要因による変形・変位・損傷等については、当該変状が施設性能に及ぼす影響を個別に判断するとともに、今後の時間経過により進行する可能性があるかどうかを判断する。

また、コンクリート施設については、ひび割れが大きい場合、鉄筋の腐食を誘発することがあるため、このような懸念がある場合には、個別に対策の可否を判定する。

2) 地盤の不同沈下、圧密沈下、荷重などによる変形・変位・損傷等

施設の立地条件等の個別条件により水路の性能低下の進行が大きく異なるため、過去の調査履歴や施設建設当初からの変化の状況、施設管理者からの時系列情報等を基に、変形量等と経過時間との相関関係を推定するなどの方法により、水利用機能に支障を来すまでの期間を個別に予測する。

例えば、地盤の不同沈下によるコンクリート躯体の変位は、既に落ち着いている状態にあるのか進行性であるのかという点が重要であるため、建設当初との比較だけでなく、調査履歴や施設管理者からの聴き取り等でその状態を把握する必要がある。また、十分な情報が得られない場合には、数年をおいて継続的に調査を行うことで状態の変化を把握することが必要となる。

(3) そのほかの要因

- ・ そのほかの要因としては、例えば、目地の劣化が挙げられる。目地は、劣化による漏水や、漏水による地盤浸食等が、施設としての性能低下に大きく影響する場合があることから、コンクリートと区分して劣化予測を行う。

【参考】標準劣化曲線について

標準的な劣化曲線は、これまで国営造成施設（農業水利施設）で実施された機能診断調査結果を用いて設定されている（図 4-3）。

しかしながら、標準的な劣化曲線の設定の基礎となったデータは、ばらつきが大きいことから、これを利用する際にはそのことに留意し、慎重に取り扱うことが必要である。

なお、標準的な劣化曲線の在り方については、今後のストックマネジメントの実践とデータ蓄積により、随時検討を行うこととしている。

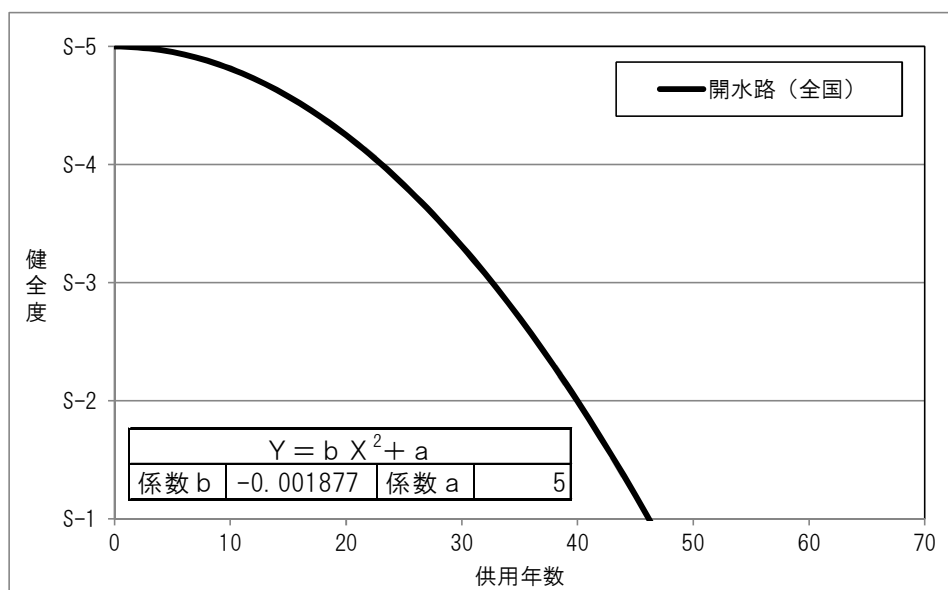


図 4-3 農業水利施設における標準的な劣化曲線（鉄筋コンクリート開水路の例）

4. 4 機能保全計画の策定

4. 4. 1 機能保全計画の作成

機能保全計画の策定に当たっては、着目する管理水準が必要な範囲に収まるよう、その劣化予測から技術的・経済的に実施可能と考えられる対策工法とその実施時期の組み合わせ（以下「シナリオ」という）を複数仮定し、これらに要する機能保全コストを比較する。

【解説】

- 機能保全計画については、着目する性能の管理水準が必要な範囲にとどめることができるシナリオを複数仮定し、これらの方策を実施するために必要なコストを比較することにより行う。

なお、「無筋コンクリート開水路」や「その他開水路」のような構造物では、劣化の主たる要因が外力によるものであり、これによる施設の劣化予測は困難な場合が多いことから、変状の許容範囲を定めた上で、次回の診断時期や監視方法を決定するプロセスを適用することを基本とする。また、事故発生の危険度が高く早急な対策を必要とする施設や、危険度が低く事後保全を前提とした継続監視を行うと判断された施設は、劣化予測のプロセスを経ることなく、機能保全対策の実施シナリオの作成検討を行うことを基本とする。

（１）対策実施後の性能低下の見通し

- 予防的な保全対策の実施後の劣化予測は、過去の実績や類似の事例などから想定してこれを設定する。
- 全面的な更新の場合には、新設の場合と同等の標準的な耐用年数を想定する。ただし、地区の環境などの特性により、十分な評価、検討を行った上で、これを補正することが可能な場合には、補正を行う。

（２）対策の実施時期

- 対策工事の実施時期が異なるシナリオの設定、特に劣化予測を基礎として後年度に対策を行うシナリオを設定する場合には、当該劣化予測の信頼性（振れ幅）を十分に考慮した検討を行う必要がある。例えば、重要度が高く、一定以上のリスクを許容できる余地が少ない場合などにあっては、現時点における対策の必要性も考慮して、対策の実施時期を設定する。

4. 4. 2 対策工法選定に当たっての留意事項

対策工法は、水利施設全体が一つのシステムとして要求性能を確保する必要があることに留意して検討する。

開水路に適用する対策工法には様々なものがあることから、類似工法の実績などの情報を可能な限り加味して、適切な対策工法の選定を行う。採用する対策工法については、機能診断結果に基づく施設の劣化予測を踏まえ、技術面・経済面・リスク面でも妥当であると考えられる対策の組み合わせを、検討のシナリオとして複数設定する。

【解説】

- ・ 対策の必要性があると判断された施設については、機能診断調査・評価により施設の性能低下の要因、程度を十分把握し、耐荷性等の構造機能、通水性等の水理機能、取水性等の水利用機能に応じ、これらの性能の回復、維持に適し、施工可能な工法・材料を選定する。
- ・ 対策工法の検討は、水利用性能（送配水性、保守管理保全性等）、水理性能（通水性等）、構造性能（力学的安定性、耐久性、安全性等）等における要求性能が、個々の施設のみならず施設を構成する水利システム全体としての均衡がとれた上で確保され、また合理的な水管理ができるよう総合的に検討を行う必要がある。
- ・ 開水路に適用される保全対策工法選定に当たっての留意点は、以下のとおりである。

（多様な劣化要因の存在）

開水路は線的構造物であり、延長が長いため、建設の時期、施工者、材料、荷重条件、地盤条件等が場所により異なっていることが多い。変状の要因も材料や施工の不良、流水や荷重の影響、地盤条件、温度変化、腐食物質の流入など多様で、さらにこれらが複合していることもあり、変状の種類や程度が場所により異なる可能性がある。

変状の要因として複合的な劣化が予想される場合には、①各劣化機構に共通した対策工法を選択する、②複数の工法を併用するなどの対応方法を検討する。

（施工性、維持管理性の確保）

同一路線で、場所によって変状の種類や程度が異なる場合には、基本的には個々の変状に応じた対策を行う。ただし、対策の内容が類似している場合は、施工性、維持管理の観点から対策工法の種類を少なくする方が良いこともあるので、当該工法の劣化の特性、施工性、経済性、維持管理のしやすさを含む総合的な観点で工法選定を行うことが望ましい。

（工事期間）

特に通年取水を実施している地区については、断水による影響やその期間について、施設管理者と十分に調整し、対策工法を選定する必要がある。

(文化的価値、景観の保全)

石積水路や土水路については、歴史的な価値がある場合や親水性等を考慮している場合があるので、対策工法の選定に当たっては、現状保存が可能か、補修・補強で原形復旧が可能かなどについても考慮しておく必要がある。

(環境との調和への配慮)

開水路の対策工法の選定に当たっては、当該対策工法の選択によって地域の生態系や景観などにどのような影響があるかについても考慮し、環境との調和に配慮したものとなるよう検討する。景観に関しては「農村における景観配慮の技術マニュアル(H22.3)」、「農業農村整備事業における景観配慮の手引き(H18.8)」等、また、生態系に関しては「環境との調和に配慮した事業実施のための調査計画・設計の技術指針(H27.5)」等を参照して検討する。

(新技術の適用)

近年、機能診断や施設の補修・補強に係る新技術が多数開発、提案されている。効率的な機能保全のためには、これらの技術の現場適用性や耐用年数等の効果について適切な評価を行うことが必要である。また、類似工法や機器の事例調査について学識経験者等の意見を求めることが望ましい。

新工法を大規模に適用する場合には、適用する構造物の立地環境や施工状況に応じた試験施工を行い、施工性や対策工法の効果・信頼性を確認することが必要である。

4. 4. 3 経済性による対策の検討

経済性による対策の検討は、機能保全コストの比較により行う。

【解説】

- 機能保全コストは、対策工法の検討により作成されたシナリオについて算定し、経済比較を行う。具体的には、以下のとおりである。
 - ① シナリオごとに、それぞれの対策工法に要する経費を整理する。
 - ② 通常必要となる維持管理経費（オペレーションのための人件費や管理の範疇の軽微な補修経費、電気料金、油脂料金等）について整理する。なお、全てのシナリオにおいて維持管理経費に大きな差が生じない場合には、これを省略しても差し支えない。
 - ③ 検討対象期間（40年間又は工事期間＋40年間とすることを原則）の最終年度における既存施設の残存価値を減価償却の考え方により算定し、上記経費から控除する額として整理する。
 - ④ 検討対象期間の各年度における上記の合計額について、基本的に社会的割引率（年4％）により現在価値に換算した上で、累計することにより、機能保全コストを求める。

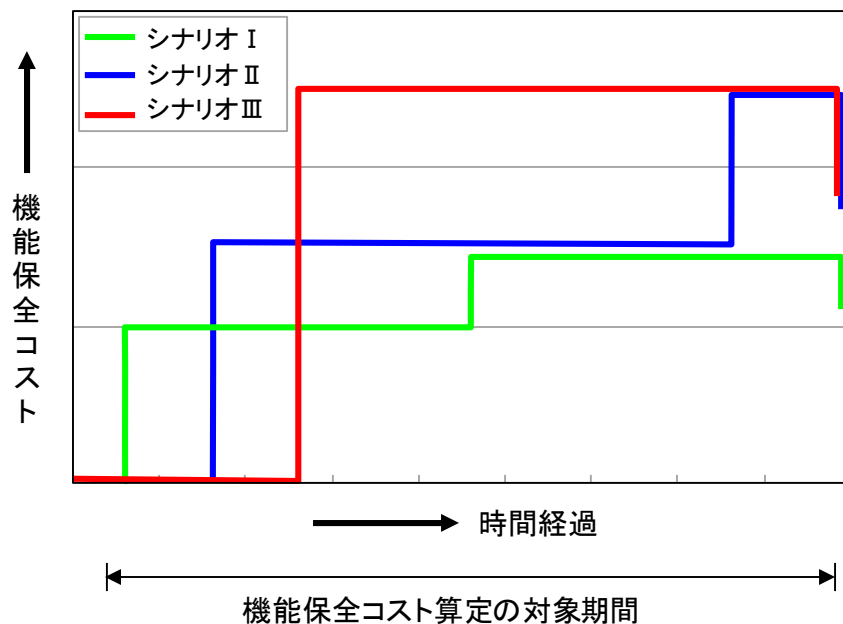


図 4-4 機能保全コストの比較

【参考】開水路におけるシナリオ設定と機能保全コスト比較の検討例

変状が進行している開水路について、機能診断に基づく劣化予測をしたところ、

α （補修を必要とする（S-3 到達）までの期間）＝ 0 年（現時点で S-3）

β （補強を必要とする（S-2 到達）までの期間）＝ 8 年

γ （更新を必要とする（S-1 到達）までの期間）＝ 12 年

との結果が得られたとする。

（対策工法の検討とシナリオ作成）

技術的な視点から検討した当該施設に適用可能な対策工法と検討のシナリオとして、以下の 3 つのケースを検討。

- ・シナリオⅠ：S-3 段階で補修工法（表面被覆・ひび割れ修復）を施し、以後 10 年間隔で補修工法を繰り返すシナリオ
2017、2027、2037、2047 補修（耐用期間 10 年）
※計画策定の 2 年後から対策を実施
- ・シナリオⅡ：S-2 段階で補強工法（連続繊維シート接着工法）を施し、以後 30 年間隔で補強工法を繰り返すシナリオ
2023、2053 補強（耐用期間 30 年）
- ・シナリオⅢ：S-1 段階で施設の更新を行うシナリオ
2027 更新（耐用期間 40 年）

※耐用期間が不明な場合は、メーカーへの聴き取りや近傍地区の事例等に基づいて設定する。

このシナリオ毎の健全度の経過をグラフに表せば、図 4-5 のとおりとなる。

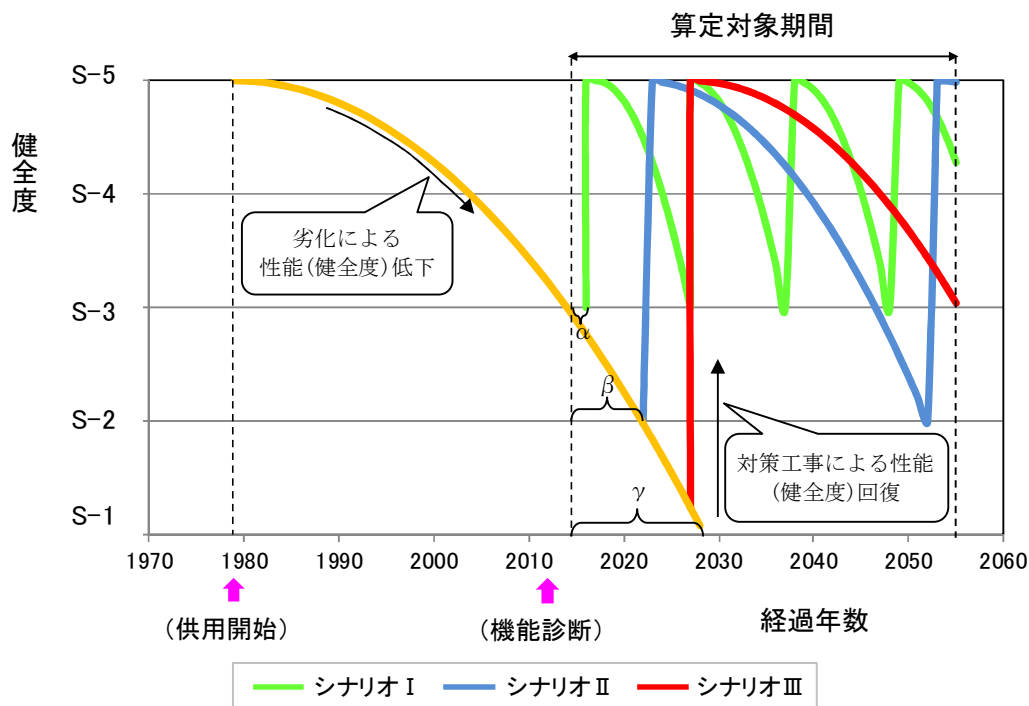


図 4-5 シナリオ毎の健全度の経過

(比較チャートの作成)

上記までの検討経過を比較チャートに整理する。

- ① シナリオごとに、支出年度ごとのそれぞれの対策工法に要する経費を社会的割引率（４％）により現在価値に換算する。
- ② 算定対象期間最終年度における施設の残存価値を減価償却の考え方により算定する。
- ③ 上記①から②を控除し、算定対象期間の機能保全コストとする。

このシナリオごとの機能保全コストの比較をグラフに表せば、図 4-6 のとおりとなる。

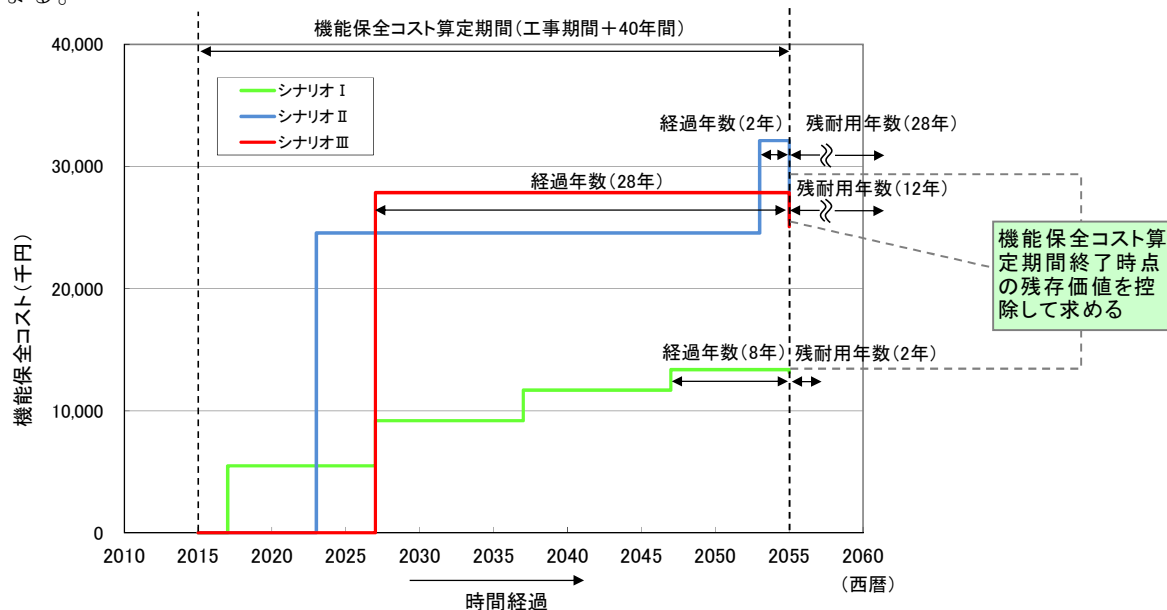


図 4-6 シナリオ毎の機能保全コストの比較

表 4-2 比較チャート

(単位: 千円)

シナリオ	対策時期		グループ番号又は部位	数量	対策工法	保全対策費用	現在価値した対策費用	検討期間末の残存価値	機能保全コスト	評価	評価概要
	(供用経過年数)	(西暦)									
I	38年	2017年	開水路	一式	対策①+②	5,926	5,479	0	5,479	1	S-3段階で補修工法(表面被覆・ひび割れ修復)を施し、以後10年間隔で補修工法を繰り返すシナリオ。
	48年	2027年	開水路	一式	対策①+②	5,926	3,701	0	3,701		
	58年	2037年	開水路	一式	対策①+②	5,926	2,501	0	2,501		
	68年	2047年	開水路	一式	対策①+②	5,926	1,690	247	1,443		
			小計			23,704	13,371	247	13,124		
II	44年	2023年	開水路	一式	対策③	33,600	24,552	0	24,552	3	S-2段階で補強工法(連続繊維シート接着工法)を施し、以後30年間隔で補強工法を繰り返すシナリオ。
	74年	2053年	開水路	一式	対策③	33,600	7,570	6,532	1,038		
			小計			67,200	32,122	6,532	25,590		
III	48年	2027年	開水路	一式	対策④	44,608	27,862	2,788	25,074	2	S-1段階で施設の更新を行うシナリオ。
			小計			44,608	27,862	2,788	25,074		

※ 初回の対策工法の耐用期間が経過した時点での2回目の対策工法を仮定するに当たっては、当該対策が技術的に可能であるかどうかを十分に検討しておく必要がある。

4. 4. 4 施設監視

施設監視は、施設の劣化の進行状況を見極め、最適と判断される時点（適時）に適切な対策工事を実施できるようにすることなどを目的として行うものであり、施設管理者が施設監視計画に基づき実施するほか、施設造成者がその情報を適切に把握することも施設監視に含まれる。

施設監視計画の策定に当たっては、具体の監視内容・項目等について適宜検討し、定めておくことが重要である。

【解説】

（１）施設監視の目的と対象

- ・ 施設監視は、機能保全計画（施設監視計画）の策定から対策工事を実施するまでの間に、対象施設の状態等を継続して監視し、対象施設の劣化の進行や対策工事の必要性（実施時期の見極め）を把握することを目的としている。

また、施設監視の実施は、施設監視結果を次回の機能診断に活用することも念頭において実施する必要がある。

- ・ 施設の監視対象は、原則機能診断の定点となるが、通常は１つの施設に多数の定点が設定されているため、施設の劣化状況により、１施設（１機能保全計画）当たり１定点以上を重要度、健全度評価、劣化の進行性の有無等を勘案し、施設監視の対象として施設監視計画に位置付けることを基本とする。なお、当該定点を選定した理由について整理する。

（２）施設監視手法

- ・ 施設監視の手法は、目視や写真撮影を基本とし必要に応じて計測等を併せて行う。
- ・ 施設造成者（機能診断実施者）は、機能保全計画（施設監視計画）策定時等に、必要に応じて、当該施設における具体的な施設監視手法を整理（表 4-3 施設監視のポイント等（開水路の例）、表 4-4 施設監視のための準備作業（例）参照）した上で施設管理者に提供することが望ましい。また、監視の結果を記録する様式について、表 4-9、表 4-10 の施設監視記録票の例を参考に、施設管理者と調整の上、実施可能な範囲で作成する。なお、従来から実施していた点検記録票がある場合は、作成例によらず写真撮影等の必要な事項を追加して取り組むことができる。
- ・ 施設管理者は、施設監視計画に基づき、施設造成者から提供された具体的な施設監視手法を参考に施設監視を実施し、施設監視記録票等に記入を行う。なお、施設管理者は、施設監視の結果を適宜施設造成者等に情報共有するなどして、施設造成者も施設の状況を適切に把握することが重要である。

（３）施設監視のポイント等

- ・ 施設造成者（機能診断実施者）は、機能保全計画策定時に、機能保全計画の総括表（施設状態の概要）、施設監視計画、施設監視のポイント等（表 4-3）を施設管理者に提示しつつ、施設監視のポイントを共有することが重要である。

表 4-3 施設監視のポイント等（開水路の例）

項 目	内 容
施設監視のポイント	・ 摩耗による粗骨材の剥落の進行が想定されるので、変化を確認する。 ・ 鉄筋露出によるコンクリート強度の低下が懸念されるため、鉄筋露出の進行を確認する。 ・ ひび割れによる鉄筋腐食が懸念されるため、明らかな幅や長さの変化を確認する。 ・ 凍害によるコンクリートの欠損が懸念されるので、変化を確認する。 ・ 新たなひび割れや欠損などの変状の有無を確認する。
施設監視手法	・ 目視、施設監視記録票の記録、写真撮影により実施する。 ・ 定点調査結果の変状展開図を現場に携行し、その進行程度や新たな変状の有無を確認し、必要に応じて計測等を行う。 ・ 写真は、①周辺状況を含む全景、②主要な変状（全景・近景）、③新たに確認された変状（全景・近景）について撮影する。 ・ 監視結果を経年的に記録するため、写真撮影位置を図面等に記録しておく。 ※ 撮影時にはコンベックス、テープ、ポール、クラックスケール等を当てる。 ※ 施設監視の結果を展開図（機能診断結果）に追記するなどの記録を行う。 ・ 施設に異常が見受けられた場合は、〇〇へ連絡する。

（４）施設監視のための準備作業

- ・ 施設造成者は、施設監視を適切に実施するため、施設監視に当たっての準備作業の内容を整理し、施設管理者に情報を提供することが重要である。
- ・ 想定される準備作業の例を表 4-4 に示す。

表 4-4 施設監視のための準備作業（例）

施設名	工種	施設監視のための準備作業
〇 〇 幹 線	開水路 (S-3)	・ 監視する定点までのルートを明確にし、必要に応じて仮設足場の設置や安全対策についても整理する。 ・ 監視する定点周辺の雑木、雑草の繁茂状況を明確にし、必要に応じて伐採等の対策の必要性についても整理する。 ・ 壁面に汚れや水草が付着し変状が確認できない場合があるため、壁面清掃の必要性についても整理する。 ・ 前回実施した施設監視記録を確認し、写真撮影の場所や対象を明確にしておく。

（５）施設監視の頻度等

- ・ 施設監視の頻度は、年１回以上を基本とし、明らかに劣化の進行が認められる場合には監視の頻度を増やす等の対応を検討する。
- ・ 施設監視は、対策工事の着手又は次回機能診断が実施されるまで継続して施設管理者が実施する。

なお、シナリオ到達年度に到達していない施設に対しては、施設管理者への負担や効率性を考慮し、例えば、日常管理の一環として行う巡視、遠隔目視等による確認と通常の管理日誌等への記録などの簡易な方法で実施してもよい。

（６）施設監視計画の作成

- ・ 施設監視計画は、「（３）施設監視のポイント等」を踏まえ、表4-5の項目について整理し作成する。
- ・ 作成例を（参考）表 4-6～表 4-8 に示す。

表 4-5 施設監視計画の取りまとめ留意点

番号	項目	記載内容
①	定点調査番号	・ 監視対象の定点番号など
②	測点、部位等	・ 定点の位置情報、特に注視すべき部位、構造、機能診断時の健全度評価など
③	監視内容・項目	・ 監視対象（変状項目）及び変状項目ごとの監視内容
④	監視頻度	・ 施設の重要度や管理水準等を踏まえた監視頻度
⑤	監視の留意事項	・ 監視手法 ・ 対象の変状ごとの地域特性や施設の実態に応じた監視上留意すべき点
⑥	監視実施者	・ 実施者が属する組織名等（個人名は記載しなくてよい）
⑦	異常時の措置	・ 施設管理者と施設造成者の連絡体制 （劣化の進行が確認された場合のみではなく、自然災害による施設機能の喪失や二次的被害が想定される変状が確認された場合の措置も含めた記載とする。）
⑧	次回予定診断時期	・ 策定された機能保全計画で予定されている次の機能診断時期

(参 考)

表 4-6 施設監視計画記載例（開水路）S-4 の例

① 定点調査 番号	② 測点 部位等	③ 監視内容・項目	④ 監視 頻度	⑤ 監視の留意事項	⑥ 監視実施者	⑦ 異常時の措置	⑧ 次回予定 診断時期
T009	No71+25～ No71+35 (側壁) 鉄筋コンクリート開水路 (S-4)	◇監視対象 【摩耗すりへり】 ◇監視内容・項目 細骨材の露出状況	2回／年 (4月・10月)	・目視、写真撮影により監視を行う。	〇〇土地改良区 〇〇課	・〇〇土地改良調査管理事務所 保全計画課へ連絡	2023年

表 4-7 施設監視計画記載例（開水路）S-3 の例

① 定点調査 番号	② 測点 部位等	③ 監視内容・項目	④ 監視 頻度	⑤ 監視の留意事項	⑥ 監視 実施者	⑦ 異常時の措置	⑧ 次回予定 診断時期
T0019	No19+40～ No19+50 (側壁) 鉄筋コンクリート開水路 (S-3)	◇監視対象 【ひび割れ先行型ひび割れ】 ◇監視内容・項目 ・ひび割れ幅・長さ ・ひび割れ密度(範囲)	2回／年 (4月・10月)	・目視、写真撮影、簡易計測(クラックスケール・コンベックス等)により監視を行う。 ・ひび割れ先行型ひび割れは進行性を有するため、進行程度に留意する。 ・ひび割れが全体的に拡大した場合は右記の異常時の措置をとる。	〇〇土地改良区 〇〇課	・〇〇土地改良調査管理事務所 保全計画課へ連絡	2018年
		◇監視対象 【摩耗すりへり】 ◇監視内容・項目 ・水位 ・骨材の露出状況 ・鉄筋露出の有無		・目視、写真撮影により監視を行う。 ・堆砂や水草、ゴミの流入等に関係しない水位の上昇や通水断面不足、鉄筋露出等が確認された場合は、右記異常時の措置をとる。			
		◇監視対象 【目地の段差】 ◇監視内容・項目 ・目地の段差(高低差) ・側壁の傾倒 ・断面変形		・目視、写真撮影、簡易計測(クラックスケール・コンベックス等)により監視を行う。 ・目地部の段差(高低差)に進行性が見られ、側壁の傾倒や変形が確認された場合は、右記の異常時の措置をとる。			

表 4-8 施設監視計画記載例（開水路）S-2 の例

① 定点調査 番号	② 測点 部位等	③ 監視内容・項目	④ 監視 頻度	⑤ 監視の留意事項	⑥ 監視実施者	⑦ 異常時の措置	⑧ 次回予定 診断時期
T007	No11+25～ No11+35 (側壁) 鉄筋コンクリート開水路 (S-2)	◇監視対象 【鉄筋露出】 ◇監視内容・項目 ・鉄筋露出の程度 ・鉄筋の腐食状況	1回／年	・目視、写真撮影、簡易計測(ノギス等)により監視を行う。 ・鉄筋露出範囲や腐食による断面欠損部の拡大が確認された場合は、右記異常時の措置をとる。	〇〇土地改良区 〇〇課	・〇〇土地改良調査管理事務所 保全計画課へ連絡	2017年

（７）施設監視の実施

- ・ 施設管理者が行う施設監視は、施設監視計画に基づき、基本的に日常管理の一環として実施する。施設監視は、目視や写真撮影を基本とし、チェックリスト、写真、所見等を施設監視記録票等に記録する。写真の撮影は、施設の状態や状況の経年変化を後からも視覚的に確認できるのが望ましいことから、必要に応じてクラックスケール等を当てて計測している状況も併せて撮影することも有効である。
- ・ 監視の結果、異常が発見された場合には、直ちに「異常時の措置」に記載のある連絡先に連絡を行う。施設監視記録票の例を表 4-9、表 4-10 に示す。

（８）施設監視結果の共有

- ・ 施設監視の結果を踏まえ、対策工事の実施時期を変更する場合は、そのことにより生じるリスクや、不測の事態が発生した場合の対応方策等について、施設管理者をはじめとする関係者間で情報を共有し、合意形成するよう努めるとともに、適切な時期に対策を実施できるよう関係者との調整を進めておくことが重要である。

表4-9 施設監視記録票（開水路）（1/2）

施設監視記録票（開水路）

施設名	〇〇幹線用水路			[住所]	△△市××地先								
点検日時	[今回]	平成 年 月 日			[前回]	平成 年 月 日							
点検者	■■土地改良区 氏 名			施設情報	重要度:	B	健全度:	S-5	S-4	S-3	S-2	S-1	
構造・規模	鉄筋コンクリート開水路(B5.0m×H2.5m)												
工程	点検項目	点 検 内 容			異常の有無	位置その他(※1)							
日 常 点 検	水利用・水理	通水性	所定の通水量が確保できない(安定しない)			☐ 有 ☒ 無							
			漏水			☐ 有 ☒ 無							
		水位の維持	水位の異常上昇、溢水			☐ 有 ☒ 無							
			水位の異常低下			☐ 有 ☒ 無							
			水位が安定しない			☐ 有 ☒ 無							
	水路本体	水路本体 分水槽	水路本体の崩壊			☐ 有 ☒ 無							
			鉄筋の露出			☒ 有 ☐ 無	No.8+30.000付近 (県道〇号横断部付近)						
			側壁の傾斜、変形、沈下、蛇行			☐ 有 ☒ 無							
			コンクリートの欠損、剥落			☒ 有 ☐ 無	No.12+5.000付近 (県立〇〇高校付近)						
			目視で確認可能なひび割れ、変色、摩耗			☒ 有 ☐ 無	No.8+30.000付近 (県道〇号横断部付近)						
		目地部	その他の異常			☐ 有 ☒ 無							
			目地の欠損、開き、ずれ、段差			☐ 有 ☒ 無							
			目地からの漏水又は漏水跡			☒ 有 ☐ 無	No.00+00.000付近 (〇〇橋付近)						
			その他の異常			☐ 有 ☒ 無							
			周辺地盤	地滑り、地盤の崩壊			☐ 有 ☒ 無						
		地盤のゆるみ			☐ 有 ☒ 無								
		側壁外壁に土砂流亡の発生			☐ 有 ☒ 無								
		施設周辺の改変状況等			☐ 有 ☒ 無								
		その他の異常			☐ 有 ☒ 無								
		付帯構造物	ゲート部	清掃状態の不良(ごみ、流木、土砂の堆積等)			☐ 有 ☒ 無						
	外観の異常(塗装損傷、劣化、発錆、損傷、変形)			☐ 有 ☒ 無									
	異常な振動・音			☐ 有 ☒ 無									
	片吊りの発生			☐ 有 ☒ 無									
	漏水			☐ 有 ☒ 無									
除塵機 (スクリーン)	その他の異常			☐ 有 ☒ 無									
	清掃状態の不良(ごみ、流木、土砂の堆積等)			☐ 有 ☒ 無									
	外観の異常(劣化・発錆・摩耗・損傷・変形・ボルトナットの緩み等)			☐ 有 ☒ 無									
	異常な振動・音			☐ 有 ☒ 無									
	その他の異常			☐ 有 ☒ 無									
その他	環境等	異臭、にごり			☐ 有 ☒ 無								
		周辺住民からの苦情			☐ 有 ☒ 無								
施 設 監 視 ※3	定番番号	T0001 (No.19+40～No.19+50)				健全度	S-3						
	位置情報	緯度(N)	〇〇°	〇〇′	〇〇″								
		経度(E)	〇〇〇°	〇〇′	〇〇″								
	写 真 状 況	【施設監視計画で記載されている定点で実施】											
		 周辺状況を含む全景写真					 変状部全景写真			 近景写真(最大ひび割れ幅計測)			
コメント							コメント						
所 見	【例】機能診断時点からは、大きな変状はない。引き続き対策工事の実施を検討する。												
特記事項 (※2)													

※1: 位置情報(住所又は〇〇橋近傍の左岸)と合せ、前回点検時からの水位・ひび割れ・外観等の変化などを記載。枠内に収まらない場合は別紙にて整理。
 ※2: 異常が確認された場所の対応(要観察、関係部局へ連絡し対策を検討など)などを記載。異常が確認された場合は、本点検票と合せ、異常箇所の状況写真にて記録・整理し保存しておくこと。
 ※3: 機能保全シナリオ上の対策時期を超過しているが、対策工事に着手していない場合は、「施設監視」の項目を重点的に実施。

表4-10 施設監視記録票（開水路）（2/2）

施設監視※3	定点番号							健全度			
	位置情報	緯度(N)		°		'		″			
		経度(E)		°		'		″			
	写真状況	【施設監視計画で記載されている定点で実施】									
		コメント							コメント		
所見											
特記事項（※2）											

※1：位置情報（住所又は〇〇橋近傍の左岸）と合せ、前回点検時からの水位・ひび割れ・外観等の変化などを記載。枠内に収まらない場合は別紙にて整理。
 ※2：異常が確認された場所の対応（要観察、関係部局へ連絡し対策を検討など）などを記載。異常が確認された場合は、本点検票と合せ、異常箇所の状況を写真にて記録・整理し保存しておくこと。
 ※3：機能保全シナリオ上の対策時期を超過しているが、対策工事に着手していない場合は、「施設監視」の項目を重点的に実施。

施設監視※3	定点番号							健全度			
	位置情報	緯度(N)		°		'		″			
		経度(E)		°		'		″			
	写真状況	【施設監視計画で記載されている定点で実施】									
		コメント							コメント		
所見											
特記事項（※2）											

※1：位置情報（住所又は〇〇橋近傍の左岸）と合せ、前回点検時からの水位・ひび割れ・外観等の変化などを記載。枠内に収まらない場合は別紙にて整理。
 ※2：異常が確認された場所の対応（要観察、関係部局へ連絡し対策を検討など）などを記載。異常が確認された場合は、本点検票と合せ、異常箇所の状況を写真にて記録・整理し保存しておくこと。
 ※3：機能保全シナリオ上の対策時期を超過しているが、対策工事に着手していない場合は、「施設監視」の項目を重点的に実施。

その他特記事項										
---------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

4. 4. 5 情報の保存・蓄積・活用

施設の劣化予測の精度を向上させ、適切な対策工法を検討するためには、造成時の設計・施工情報、過去の機能診断調査や補修の履歴情報等が必要となる。このため、施設ごとに履歴情報を保存・蓄積したデータベースより、機能診断や対策工法の検討等の場面で、その活用を図ることが重要である。

【解説】

- ・ 施設基本情報、補修等履歴情報、維持管理費情報、機能診断情報等に関するデータベースにより、日常管理や機能診断時における情報の利用はもとより、機能診断精度向上のための集計・分析や、適切な対策工法を検討するための事例収集、災害や突発事故発生時における迅速な施設諸元情報の確認など、様々な場面での利活用が可能となる。

4. 4. 6 関係機関による情報共有

機能保全計画と日常管理（施設監視含む）に関する情報やリスクに関する情報は、関係機関（土地改良区、行政機関等）において共有されることが、将来にわたって施設の機能を保全していくために重要である。

【解説】

- ・ 施設の機能診断や日常管理（施設監視含む）による劣化状況等の施設情報を体系的かつ継続的に整理し、施設造成者、施設管理者及び関係者間で情報共有を行い、定期的な意見交換等を実施することにより、施設の機能保全の取組に係る認識の共有化を図ることは、リスク管理を行いつつストックマネジメントの取組を着実に実施し、将来にわたって施設の機能を保全していくために重要である。
また、定期的な情報共有の一環として、リスクコミュニケーションを実施することが有効である。

用語の定義

本手引きで使用している総論的な各用語の定義を用語表 1 に示す。

用語表 1 総論的な用語の定義

用 語	定 義	解 説
ストックマネジメント	施設の管理段階から、機能診断を踏まえた対策の検討・実施とその後の評価、モニタリングまでをデータベースに蓄積された様々なデータを活用しつつ進めることにより、リスク管理を行いつつ施設の長寿命化とLCCの低減を図るための技術体系及び管理手法の総称。	農業農村整備事業における固有の用語として新たに定義したもの。 また、この取組の充実により、補修・更新等に係る経費について、長期的な視点での平準化を図ることも可能となる。
アセットマネジメント	アセットマネジメントとは、一般的には金融資産や不動産などを管理・運用すること（広義のアセットマネジメント）を指す。近年では公共事業により造成された施設について、維持管理や補修などをどのように効率的に行うかといった技術体系及び管理手法の総称（狭義のアセットマネジメント）として使われている。	2014 年 1 月、ISO55000 シリーズが発行し、下水道等の社会インフラ分野でアセットマネジメントの考え方に基づく取組が始まりつつある。農業水利施設については、機能診断や機能保全対策を実施する者と施設管理者とが異なる場合が多いため、施設の状態についての情報共有や対策についての合意形成に向けた丹念な調整が課題となる。
機能保全	全施設又は施設系の機能が失われたり、性能が低下することを抑制又は回復すること。	
長寿命化	施設の機能診断に基づく機能保全対策により残存の耐用年数を延伸する行為。	
施設管理者	施設造成者から管理委託や譲与を受けた農業水利施設を管理する者。	土地改良区がその役割を担うことが多いが、地方公共団体が施設管理者となっているものもある。
施設造成者	当該農業水利施設を造成した者。	農業水利施設においては、施設造成者が機能診断や機能保全計画策定を行うことが多いが、譲与済の施設において、施設の所有者がこれらを行う場合もあることから、事前に関係者に確認を行うことが重要である。
ライフサイクルコスト（LCC）	施設の建設に要する経費に、供用期間中の運転、補修等の維持管理に要する経費及び廃棄に要する経費を合計した金額。	一般的に、過去の投資は支出済み費用換算係数により、将来に発生する経費は社会的割引率により現在価値に換算して算定する。 農業水利施設ではその機能を永続的に確保することを前提としているためライフサイクルをいつからいつまでと設定し難いこと、また、ストックマネジメントの対象が既存施設であり建設費用等の支出済みの経費は今後の対策工法選定に大きな意味を持たないことから、機能保全コストを用いた検討を行う。
機能保全コスト	施設を供用し、機能を要求する性能水準以上に保全するために必要となる建設工事費、補修・補強費等の経費の総額。	経済性の検討を行う場合、一定期間に要するコストの総額を比較する必要がある。そのため、本手引きにおいては、LCCのうち、支出済みの経費と一定期間後に発生する経費を控除した経費を機能保全コストと定義し、比較分析を行うこととする。なお、一定期間中に大規模な更新が発生する場合には、これを含めて検討の対象とするとともに、検討期間終了時に残存価値がある場合には、これを控除する。

用語表 1 総論的な用語の定義

用 語	定 義	解 説
耐用年数 (耐用期間)	施設の水利用性能、水理性能、構造性能が低下することなどにより、必要とされる機能が果たせなくなり、当該施設が供用できなくなるまでの期間として期待できる年数。	施設管理者が通常行う標準的な施設管理や軽微な補修等を行うことによって、実現される耐用期間の平均的な年数。標準耐用年数とは直接関係しない。日常管理費の増加などによる経済的不利の発生、営農形態の高度化等による施設に要求される機能・性能の向上などで施設の陳腐化が急速に進めば標準耐用年数よりも短い場合もある。
供用年数	施設を供用する年数。	必ずしも使用に耐えうる耐用年数と同じではないことに留意が必要。
標準耐用年数	「土地改良事業における経済効果の測定に必要な諸係数について（昭和60年7月1日60構改C第690号）」で示されている施設区分、構造物区分毎の設計時に規定した供用目標年数。	左記の通知は、所得税法及び法人税法の減価償却資産の償却期間を定めるため財務省令で定められたものを基礎として、農林水産省が定めたもの。 税法上の減価償却期間を規定するものであることから、耐用年数の検討の目安として活用できる。しかしながら、必ずしも供用できなくなるまでの標準的期間でないことに留意が必要。 本来であれば、施設の重要度等に応じて、要求性能と設計耐用年数(設計時において施設がその目的とする機能を十分果たさなければならないと想定した期間)を設定して設計を実施すべきである。設計耐用年数を設定するためには、劣化メカニズムの解析や調査データなどから劣化予測を行い、施設の劣化期間を把握する必要がある。しかしながら、現時点では劣化期間を把握することは難しいことから、当面設計耐用年数は標準耐用年数を準用して設定するものとする。ただし、個別に設定できる場合はこの限りではない。
施設の機能	施設の設置目的又は要求に応じて、施設が果たすべき役割、働きのこと。	農業水利施設では、水利用機能、水理機能、構造機能など。
施設の性能	施設が果たす役割（施設の機能）を遂行する能力のこと。	性能は、その能力を数値で示すことができる。水利施設の水理機能を遂行する能力である、通水性、水理学的安定性など。
要求性能	施設が果たすべき機能や目的を達成するために必要とされる性能。	
性能低下	経時的に施設の性能が低下すること。	構造物の変状やその他の要因により、施設機能を発揮する能力である性能（通水性、安定性、耐久性等）が低下していること。
機能診断	機能診断調査と機能診断評価を合わせた概念。	
機能診断調査	施設の機能の状態、劣化の過程及びその原因を把握するための調査。	機能の状態の調査には、性能低下の状況を調べることと、不足する機能を調べることの両方を含む。
定点	現地調査を行う際に設定する調査地点。	定点は各施設において継続的に機能診断や施設監視等を行う地点として用いる。 定点の設定は、水理ユニットや同一構造区間を代表する箇所（劣化の程度が標準的な箇所）及び変状が顕著な箇所とすることを基本とし、過去の調査記録の継続性等を勘案する。

用語表 1 総論的な用語の定義

用 語	定 義	解 説
変状	初期欠陥、損傷、劣化を合わせたもの。	施設が健全な状態で本来期待されている機能や状況と比較して、異なっている状況。具体的には、ひび割れ、剥離、欠損などの状態。 「異状」に近い概念であるが、施設に求められる性能が低下しているか否かという評価を必ずしも含まない。
劣化	立地や気象条件、使用状況（流水による浸食等）等に起因し、時間の経過とともに施設の性能低下をもたらす部材・構造等の変化。	
初期欠陥	施設の計画・設計・施工に起因する欠陥。	コンクリートでは、施工不良等を含み、供用前又は供用後に発生する乾燥収縮によるひび割れ、豆板、コールドジョイントなど。
損傷	偶発的な外力に起因する欠陥。	時間の経過とともに施設の性能低下が起きたものでないもの。衝突や地震等に起因する欠陥。
機能診断評価	機能診断調査の結果を評価すること。	性能低下の状況を判定し、機能保全対策を検討するための根拠とする行為。
機能保全計画	性能指標や健全度指標について管理水準を定め、それを維持するための中長期的な手法を取りまとめたもの。	
機能保全対策	機能保全計画に基づく工事等のこと。	
予防保全	当該施設に求められる性能が、管理水準以下に低下する前に、リスク管理を行いつつ、機能保全コストの低減、リスク軽減等の観点から、経済的に耐用年数の延伸を図る目的で実施する対策。	「コンクリート標準示方書維持管理編(2013年制定)」では、構造物に劣化を発生あるいは顕在化させない、又は、性能低下を生じさせないための予防的処置を計画的に実施する維持管理とされているが、農業水利施設の場合、施設を構成する部分毎には変状が顕在化しているものの、施設系としての機能障害が顕在化していない段階での対策であることが通常。また、農業水利施設は様々な施設群で構成されるが、個々の施設としては機能障害が発生し事後保全であっても、施設群全体の水利システムとしては予防保全であると表現する場合もある。
事後保全	当該施設に求められる性能が、管理水準以下に低下した後に実施する対策。	当該施設の機能に支障が生じた後に対策を講じること。
補修	主に施設の耐久性を回復又は向上させること。	劣化の進行を抑制したり、部分的な施設の欠損等を実用上支障のない程度まで回復又は向上させることで、施設の寿命を長くすること。 目地の修復、塗装等がこれに当たる。施設の一部に対する行為に関する概念。修繕と同義。耐久性（構造物の劣化に対する抵抗性）を回復又は向上させることで、構造的耐力（力学的性能）の向上を必ずしも伴うものではない。 なお、補修・補強については、性能を回復する行為を補修、性能を向上させる行為を補強と定義する考え方もあるが、本手引きでは「コンクリート標準示方書維持管理編(2013年制定)」の記述も参考に左記のとおりとした。
補強	主に施設の構造的耐力を回復又は向上させること。	コンクリート増厚、強化繊維素材の貼付け等がこれに当たる。施設の一部に対する行為に関する概念。

用語表 1 総論的な用語の定義

用 語	定 義	解 説
改修	失われた機能を補い、又は新たな機能を追加すること。	更新は既存の施設を撤去し新しいものを建設することを念頭に置いているが、改修は必ずしも既存施設が撤去されることを前提としていない点が異なる。
更新	施設又は設備を撤去し新しく置き換えること。なお、施設系全体を対象とした場合は、施設系を構成する全施設を更新する場合だけではなく、補修、補強等を包括して行うことも更新という。	
水利システム	農業用排水を取水、配水、排水するための一連の施設体系。	貯留施設、取水施設、送配水施設、排水施設、調整施設、管理制御施設といった施設により構成される総合的な水利用のための施設体系。
水理ユニット	境界条件によって一体化して取り扱わなければならない施設群。	パイプラインでの水理ユニットは、その対象管路の上流端及び下流端に水位又は流量の境界が存在し、この二つの境界条件を基に、水理計算をすることができる水理学的な単位である。 開水路では、水位・水量調整施設等に挟まれた水路区間が同等のものとして定義される。
リスク	目的に対する不確かさの影響。	農業水利施設では、施設の劣化や自然災害などにより、施設機能が低下して施設が損壊・故障し、本来機能の停止のほか二次災害や第三者被害等が活性するなどのリスクが考えられる。
リスク管理 (リスクマネジメント)	リスクについて、組織を指揮統制するための調整された活動。 なお、リスクマネジメントプロセスは、コミュニケーション、協議及び組織の状況の確定の活動、並びにリスクの特定、分析、評価、対応、モニタリング及びレビューの活動に対する、運用管理方針、手順及び実務の体系的な運用。	農業水利施設のリスク管理においては、施設が本来果たすべき機能への影響に加えて人命・財産等の第三者被害への影響も併せて考慮しつつ、リスクを特定した上で、そのリスクを施設造成者、施設管理者双方の視点で分析・評価し、施設監視、機能保全対策の実施等の手段によってリスク対応を図ることが基本となる。
リスクコミュニケーション	リスクの運用管理について、情報の提供、共有又は取得、及びステークホルダとの対話を行うために、組織が継続的に及び繰り返し行うプロセス。	農業水利施設においては、リスクに関する情報を施設造成者、施設管理者、地方公共団体等の関係機関で共有し、共通の理解を醸成する取組。

土地改良事業計画設計基準・設計「水路工」に記載の水路工用語集のうち、本手引きで使用している各用語の定義を用語表 2 に示す。必要に応じて、土地改良事業計画設計基準・設計「水路工」に記載の水路工用語集を参照のこと。

用語表 2 水路工に関する用語の定義

用 語	定 義
安全係数	限界状態設計法では、一つの安全率の代わりに不確実性やばらつき、計算上の仮定や施工上の誤差などの不確定要素を考慮して、危険度や影響度に対応した安全係数を導入して部分安全係数法と呼ばれる照査方法を用いる。この際を用いる係数であり、材料係数、部材係数、構造解析係数、荷重係数及び構造物係数がある。各限界状態により各数値が 1.0～1.3 と変化する。
安全率	材料安全率と構造安全率がある。前者は、材料の基準強度と許容応力度の比である。基準強さは降伏点応力をとることが多い。後者は、構造物が崩壊するときの荷重の大きさ、つまり崩壊荷重と作用荷重の比であり、これを荷重係数ともいう。主として塑性解析に使用される。
アンダードレーン	構造物の底板の地盤側に設ける排水設備。ライニング等の水路ではライニング面に揚圧力が働くと、亀裂や浮上がりを起こす危険があるので、アンダードレーンやウィーブホールによって揚圧力が軽減する。
ウィーブホール	水路のライニング、護岸、擁壁等の背面の水を浸出させ、揚圧力を軽減させるために設ける穴。通水時の逆流防止のためのふたを付けた、フラップバルブ付ウィーブホールを設けることもある（水抜き）。
液状化	地下水で飽和された部分を含む砂質地盤（土層）が地震力を受けると、せん断応力により地盤の体積膨張が生じ、それが土粒子の有効応力を減じさせる。結果として地盤が液体のような状態になること。
塩害	①用水中の塩化物含有量が多かったり、干拓地等で塩分を多く含んだ地下水が上昇したりして作物に害を与えることをいう。 ②コンクリート骨材の塩化物含有量が多い場合のひび割れや強度低下、海岸地方の潮風による鉄筋の腐食などをいう。
温度応力	変形を拘束された部材が温度変化を受けた場合、その温度による伸縮が妨げられるために部材内部に生ずる応力。
かんがい期	作物を栽培するに当たってかんがいを行う期間をいう。稲の場合は、代かき用水を取り入れる 4～5 月頃から 8～9 月頃の落水までをいい、1 年のうち残りの期間を非かんがい期という。
環境配慮施設	地域の生態系を保全し、良好な環境の形成に資する施設。
許容応力度	構造物が荷重に対して破壊又は過大な変形を生じないように、部材に生じる応力を使用材料の基準強度以下に制限し許容することとする最大応力度のこと。
杭	杭とは地盤中に打込み、又は設置される棒状の物体である。木杭、鉄筋コンクリート杭、鋼杭、場所打ちコンクリート杭、サンドコンパクションパイル等がある。 ①軟弱地盤を貫いて下部に存在する堅い地盤にまで打込み、その支持力の大部分を先端抵抗に頼って上部荷重を支持させる杭を支持杭という。 ②これに対し、地盤中に打込まれた杭の全長又はほとんど全長にわたり周面摩擦力により上部構造を支持する杭を摩擦杭という。 ③杭を打込むことによって地盤を締め安定度を増大させる目的で、ゆるい砂地盤等に互いに接近させて打込まれる杭を締め杭という。
景観	特定の地域の固有な外観を指し、景観要素が有機的に結合統一され一体性を保持していること。一般に、自然景観、人文景観に大別される。
限界状態設計法	鉄筋コンクリートの構造物あるいは部材が、破壊等によってその機能を失うかあるいはひび割れや変形によって設計目的を満足しなくなるすべての限界状態の発生に対する安全性を検討する設計法のこと。

用語表 2 水路工に関する用語の定義

用 語	定 義
合流施設	主として排水を集水又は合流するために設置される施設。排水路網は、普通小排水路、支線排水路、幹線排水路から構成されるが、これらの排水路の合流する地点に設置される構造物。合流工や落口工がある。
重要度区分	耐震設計を行う際に、水路組織の区間又は個別施設を重要度に応じて区分する。重要度区分A種（極めて重要度の高い区間又は施設）、重要度区分B種（重要度の高い区間又は施設）及び重要度区分C種（被災の影響が少ない区間又は施設）に区分される。 この区分は①土地改良施設としての規模、②被災による二次災害危険度及び③応急復旧の難易度の3項目を考慮して決める。
承水路	受益区域背後地からの流出水を遮断し、区域内に流入させずに直接排水本川に導く目的で、背後地との境界に設ける開水路。堤防の内側に設け、浸透水処理を目的とする場合もある。
震度法	構造物に作用する地震力を構造物の重量に震度を乗じて求める静的な力に置き換えて行う耐震設計法。震度は、重力加速度と地震加速度の比で表される。
水位調整施設	開水路内の水位調整により、流量、流速、水位の調整、分土工や放・余土工の機能調節、水路の維持管理や安全性の増大を図るために設けられる施設で、水路を横断する堰やゲートを主体とした構造物。自動式、操作式、固定式があり、分土工や放・余土工地点やその中間の必要地点に配置する。水路チェックともいう。
水頭	単位重量の水がもつ種々のエネルギーの大きさを水中の高さで表したもの。
生態系	ある場所における生物及びそれを取巻く無機的な環境を総体としてとらえたもの。生物相互間及び無機的環境要素と生物間との相互作用があり、系内では生物のある種が他の種に捕食され、後者がさらに他の種に捕食されて物質の循環が行われる現象を食物連鎖という。
生物のネットワーク	生物の移動経路、生息・生育環境、水の連続性、生物の休息場所の確保、落差の解消など生物の生活史に配慮した施設等の構築に必要な考え方。
粗度係数	開水路、パイプラインの平均流速の公式において断面の流水抵抗を表す係数で、一般にnを用いて表す。壁面の凹凸の程度を粗度というが、粗度係数nの値は粗度のみで決定されるものではなく、流れの状態によって変わるので、水路の状態に応じて経験的な数値が決められている。
耐震性能	想定する作用（地震動レベル）及び水路組織の重要度区分（A、B及びC種）により定められる構造物が示す耐震性能をいう。 一般に構造物の機能性、修復性及び人命に係る安全性から決定する必要がある。
耐震設計	構造物を地震から安全に守ることを配慮したために計画的に配慮する設計をいう。現在、耐震設計法には、①震度法、②動的解析法、③地震時保有水平耐力法、④応答変位法、⑤免震設計法等がある。
たわみ	曲げ部材が荷重を受けて変形するとき、ある点の変形によって移動するある方向への成分をその方向のたわみという。
地下水	地下に存在する水の総称であり、主に地層の飽和帯の中の水をいう。地層の間隙の形によって、地層水（平面的な広がりを持つ砂等の地層中を流動するもの）と裂か水（岩石の割れ目に存在するもの）等がある。地層水には、自由水面（又は自由面）をもつ地下水と、帯水層の上下に不透水層をもち加圧されている被圧地下水とに分けられる。
地下排水	地表排水が不可能な地表残留水及び透水性不良土壌中の重力水の排除、地下水位の低下等を目的とした排水。
土圧	土中の1点又は土と構造物とが接するとき、構造物面に働く圧力。 壁面と土の相対変位の状況により、次のように大別される。 ①主働土圧は、土が膨張していく過程を経て、崩壊状態に至ったときの圧力をいい、擁壁に土が働いて壁が動き出すときの土圧に対応する。 ②受働土圧は、土が漸次圧縮されて、圧縮崩壊するときの極限の圧力をいい、擁壁が土に働いて崩壊するときの土圧に対応する。 ③静止土圧は、土が変形又は圧縮を受けない時の土圧で、静止状態にある地盤中で水平方向に働いている土圧に対応する。 ④地震時土圧は、地震に伴って発生する土圧で、地震時主働土圧と地震時受働土圧がある。

用語表 2 水路工に関する用語の定義

用 語	定 義
凍上	大気温度が低下し、地表面下の土中の水分が凍結したとき、体積が増し、地表面が持ち上がる現象。
軟弱地盤	沖積平野、沼沢地あるいは谷地等に堆積した軟らかい粘土、有機質土あるいは緩い砂等から成る地盤。水路工においては、粘性土の場合、 $N \leq 2 \sim 4$ 、又は自然含水比 40～100%以上、砂質土の場合、 $N \leq 5 \sim 10$ 、又は液状化の可能性のある土層をいう。
排水樋門	排水のために堤防を横断して堤体内に暗きょを挿入し、川表に制水門を取付けた施設の総称。小規模なものを排水樋管ともいう。制水門には引上げ式のほか、内外水位に対応して自動的に開閉する招き戸や観音扉がある。なお、堤防を切断した大規模なものは、排水水門として区別される。
不同沈下	構造物の基礎面下の沈下量が様でない現象。
浮力	浮体に作用する圧力の合力をいう。
分土工	流送された水を所定の地域に所定の流量、水位で調整・分配する構造物。機能及び操作状態から、定比式分土工、定量式分土工、操作式分土工（流量調節分土工）に分類される。
放水工	水路の保守点検や事故時の緊急放水等のため、計画通水量の全量あるいは相当量を水路外に計画的に排除する構造物。普通は余水吐を併設する。操作式のゲートと放水口、放水路、減勢工から構成される。
矢板	土留や締切りの目的で地盤に打込む板状の杭。矢板同士はかみ合わせて隙間のないように打込み、永久的、仮設的な構造物に用いる。矢板材料により鋼矢板、コンクリート矢板、木矢板等に区別される。
遊水池	降水ピーク流量を緩和するために洪水を一時的に貯留する貯水池。排水路の途中や末端あるいは堤防の内側に設けられる。排水ポンプの運転を円滑にするために設置する場合もある。
擁壁型水路	側壁に作用する土圧と内水圧が擁壁としての側壁により支持される形式の水路。フルーム、コンクリート擁壁水路、コンクリートブロック積水路、鉄筋コンクリート二次製品水路（水路用 L 形水路、組立柵きょ、ベンチフリューム）等がこれに属する。
余水吐	水路の安全のために、水路周辺からの流入洪水量や分水中止による水路余剰水を自動的に排除する構造物。横越流堰型、サイホン型、自動ゲート型があり、普通、水路断面の変化地点に設ける。
余裕高	一時的に生ずる高水位、波浪等に対して、水路の安全を保つために設定される計画水位上の高さ。水路の流量、水深、流速、波浪高のほかに規模、重要性、流入洪水量等を考慮して決定する。
ライニング水路	水路の構造物としての安定は、法勾配を緩くすることにより土自体で行い、通水面の浸食、漏水、雑草繁茂等の防止、流水抵抗軽減のために各種材料により舗装した水路。コンクリートライニングは現場打ちの薄いコンクリート（厚さ 10cm 程度）を無筋で舗装するもの。ブロックライニングは水路内面に既製の平板ブロックを敷き並べたもの。 アスファルトライニングはアスファルトを材料とした舗装である。代表的なものとして、アスファルトコンクリートライニング、アスファルトモルタルライニング、アスファルト膜ライニング等がある。 アースライニングは土を舗装材料としたもので、代表的なものとして締固めアースライニング、ペントナイトライニング、ソイルセメントライニングなどがある。 一般に粗度係数及び許容流速の関係で断面が大きくなるので水路敷や維持管理等の面からの検討も必要である。
流速	流れの速さ。単位時間に流れる距離で表す。通水断面の各部分で異なるが、その分布を流速分布という。
量水施設	所定の流量が取水、分水あるいは送水されているかを計測する施設。パイプライン用には電磁流量計、超音波流量計等の電気式流量計、オープンフローメータ、ベンチュリーメータがあり、開水路用には量水堰、パーシャルフリューム、超音波流量計などがある。
流量計	流量を測る装置で、原理から見て次のタイプがある。 ①越流水深と流量の相関から越流水深を測って流量を知るもの；量水堰（三角堰、矩形堰）。 ②流路の途中に障害物を置き、その前後の損失を知り流速（量）を知るもの；オリフィスメータ。 ③流路断面を変え差圧により測るもの；ベンチュリー管。

用語表 2 水路工に関する用語の定義

用 語	定 義
	④射流の特性を利用して測るもの；パーシャルフリューム。 ⑤カルマン渦との相関により流量を求めるもの。 ⑥抗力により流速を知り流量に換算するもの。 ⑦磁場を横切って移動する水に発生する電流によるもの；電磁流量計。 ⑧音波の伝播速度を基準にして求めるもの；超音波流速（量）計、などがある。

引用文献・参考文献

【引用文献】

- ・ 食料・農業・農村政策審議会農業農村整備部会技術小委員会：農業水利施設の機能保全の手引き（平成 27 年 5 月）
- ・ 農林水産省農村振興局：土地改良事業計画設計基準・設計「水路工」基準書・技術書（平成 26 年 3 月）
- ・ 農林水産省農村振興局：土地改良事業設計指針「耐震設計」（平成 27 年 5 月）
- ・ 中達雄、樽屋啓之：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－（平成 27 年 8 月）
- ・ 公益社団法人土木学会：コンクリート標準示方書〔維持管理編〕（2013 年制定）
- ・ 公益社団法人日本コンクリート工学協会：コンクリート診断技術'15（2015 年）
- ・ 公益社団法人日本コンクリート工学協会：コンクリートのひび割れ調査、補修・補強指針（2013 年）