

平成 2 2 年度

農業水利施設の機能保全の手引き
「開水路」
(案)

農村振興局

平成 2 2 年 4 月 2 0 日

農林水産省

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 開水路の構造	2
1.1.2 開水路の基準、規格の変遷	5
1.1.3 外部環境	7
1.2 開水路の性能管理	8
1.2.1 開水路の機能と性能	8
1.2.2 開水路の性能管理	9
1.3 開水路の性能低下	12
1.4 開水路の機能保全の流れ	16
第2章 機能診断調査	20
2.1 基本的事項	20
2.2 事前調査	22
2.3 現地踏査	26
2.4 施設の重要度評価と性能低下要因の推定	28
2.5 現地調査	32
第3章 機能診断評価	45
3.1 機能診断評価の視点	45
3.2 施設の健全度評価	48
第4章 機能保全計画	54
4.1 機能保全計画の策定プロセス	54
4.2 対象施設のグルーピング	56
4.3 性能低下予測	58
4.4 機能保全計画の策定	61
4.4.1 機能保全計画の作成	61
4.4.2 対策工法選定に当たっての留意事項	62
4.4.3 関係機関との合意形成	65

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）や水路形式ごとの特有の性質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、農業用水及び農用地等から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水路であり、その設置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。

開水路形式（水路の主要部分の水理特性及び構造等から分類した場合の名称で、開水路形式の水路には、開水路、トンネル、暗きょ、サイホン等がある。）の水路のうち用水路系の施設は、取水口、揚水機場、導水路、幹線水路、支線、派線・分線の各水路のほか、附帯設備として調整池、水位調整施設、分水工、サイホン、水路橋、落差工、放・余水工等並びにスクリーン等の除塵施設、フェンス等の安全施設や水管理制御施設等により構成される。一方、排水路系の施設は、幹線、支線、承水路等の各水路や排水機場、排水樋門、合分流工、落差工、遊水池、スクリーン等の除塵施設、フェンス等の安全施設や管理施設等により構成される。

また、開水路は水路の機能や目的に応じて、様々な構造形式で設置されるが、その構造ごとに特徴的な変状を示すことに留意する必要がある。

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、水路の設置目的（用水・排水の別）や水路形式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。

なお、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21年4月）」も参照されたい。

附帯設備については、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。分水工や水位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19年3月）」に、ポンプ設備、電気設備、水管理制御設備などの施設機械設備については「農業用施設機械設備更新及び保全技術の手引き（平成18年6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）-」（案）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。

1.1.1 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水路であり、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、水路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1-1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。

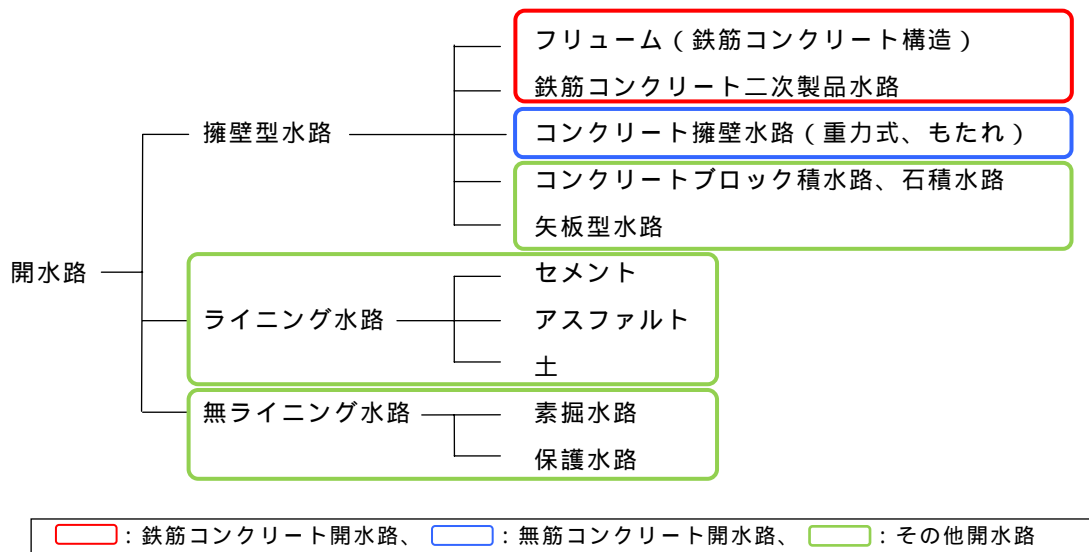


図 1-1 開水路の構造的分類

(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 1-1 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 1-1 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 1-2 「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 1-3 「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、水路護岸の他に、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	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、変形部位が他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。
		石積水路	
	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。	

1.1.2 開水路の基準、規格の変遷

現在供用されている開水路の機能及び性能は、建設当時に適用した設計・施工・材料の技術が反映されたものである。機能診断調査及び評価を実施するに当たっては、どのような設計基準、規格等のもとに建設されたかを知ることが重要である。

【解説】

(1) 土地改良事業計画設計基準の変遷

水路工の設計基準は、まず昭和29年12月に『土地改良事業計画設計基準 第3部 設計 第5編 水路工』が制定された。その後、昭和30年代後半に施工例が著しく増加したことから、使用した設計数値、使用公式、設計手法を基準として統一することや新技術の導入による追補を行うことを目的として、昭和45年11月に『同第3部 設計 第5編 水路工(その1)』が改定された。さらに、昭和61年5月、農業水利形態の複雑多様化、農業をとりまく状況の変化、新工法・新技術等の技術進歩に伴い、開水路系基準を拡充し、調査設計に関する手法を見直すことを改定方針として全面改定が行われた。その後、技術発展や社会情勢の変化を背景とした設計施工に関する技術の積み上げや、関係する各種基準との整合を図る目的で、平成13年2月に改定され現在に至っている。土地改良事業計画設計基準「水路工」の制定及び改定の主な内容を整理したものを表1-4に示す。

機能診断調査及び評価に当たっては、建設当時の設計思想や水理・構造設計条件を把握し、時間の経過に伴う社会的要求事項の変化に対しても整合性がとれているかどうかを確認することが重要である。

開水路においては、コンクリートや鉄筋等の許容応力度等の構造物の応力解析に関わる条件、土質条件等の土圧算定上の基本諸元や土圧算定公式、並びに水理設計に関わる粗度係数や流速公式等の変遷に留意する必要がある。

(2) 各種規格等の変遷

セメント・骨材といったコンクリート材料等の規格変遷は、JIS規格のほか、コンクリート標準示方書を参照して整理を行う。コンクリート材料の中でも骨材の品質は、アルカリ骨材反応やコンクリート中の単位水量の増加などコンクリート構造物の耐久性に重大な影響を及ぼす。コンクリート構造物の性能低下要因の推定に当たっては、これら建設当時の示方配合や地区の施工材料等を十分に勘案する必要がある。

二次製品の場合には、規格の変遷はJIS規格を参照するほか、協会規格やメーカー規格を参照し、規格内容や特有の傾向を確認することが重要である。

表 1-4 土地改理事業計画設計基準「水路工」の変遷

		昭和29年12月 制定	昭和45年11月 改定	昭和61年5月 改定	平成13年2月 改定(基準書・技術書)
一般事項	適用水路 規模		用水路：0.2～ 30m ³ /s程度	用水路：0.1～ 40m ³ /s程度 排水路：0.2～ 100m ³ /s程度	
	開水路の 種類		素堀水路、ラインク 水路、フリューム水路	擁壁型水路、ラインク 水路、無ラインク水路	
水理設計	最小許容 流速	小水路：0.45m/s 大水路：0.60m/s	浮遊土砂の堆積の 懸念される水路： 0.45～0.90m/s 水中直物の繁茂の 懸念される水路： 0.70m/s		
	最大許容 流速	水路及び水路構造 物内面の材質及び 部材厚により制限			
	平均流速 の計算	シェジ-型公式(ガング レ-クッター公式、クッター ND公式) 指数公式(マニング公 式、フォルヒハイマー公式)	原則としてマニング 公式		
	粗度係数	平均値	標準値		
	余裕高	水深の1/3を標準	「素堀水路並びに ラインク水路」、「 フリューム水路」別に検 討	「無ラインク水路並 びにラインク水路」 、「擁壁型水路」 別に検討	用水路と排水路そ れぞれのフローチャ ートを追加
	自重		単位体積重量を用 いることが可能		
構造設計	水圧		静水圧：作用面に 垂直に作用		
	浮力又は 揚圧力	地下水の排除また は水路ラインク重量 で浮上を防止		構造物の安定計算 において浮上や転 倒、滑動等の場合 ：考慮 地盤支持力検討の 場合：無視 浮力又は揚圧力を 荷重として考える 場合：構造物の側 面と壁面との摩擦 角は無視	構造物の安定計算 において浮上や転 倒、滑動等の場合 ：考慮 地盤支持力検討の 場合：無視 浮力又は揚圧力を 荷重として考える 場合：構造物の側 面と壁面との摩擦 角を考慮してもよ い。
	水平土圧	法面に作用する土 圧：ケーソン公式	水路壁に作用する 土圧：ラシキ及びケー ソン公式		水路壁に作用する 土圧：ラシキ、ケー ソン公式又は試行くさ び法
	部材の 設計				部材設計の簡素化 を導入
	凍害対策		経験的な凍上防止 策による		寒冷地における凍 害対策検討の導入
	耐震設計				耐震設計の考え方 の導入
施工				施工計画や施工管 理、仮設工事、本 工事、試験通水に 関する記述の追加	

S29年12月制定 : 第3部設計第5編水路工
 S45年11月改定 : 第3部設計第5編水路工(その1)
 S61年5月改定 : 設計 水路工(その1)
 H13年2月改定 : 設計 「水路工」基準書・技術書

1.1.3 外部環境

開水路は、基礎地盤によって安定性を確保しているため、周辺地盤における地下水、土質等の条件や周辺の土地利用等の外部環境による影響を考慮する必要がある。

【解説】

開水路は、背面や基礎地盤の影響を強く受けており、地盤状況の変化が変状の原因となることが多い。「無筋コンクリート開水路」、「その他開水路」では、外部要因による影響が内部要因に比べて大きいことに留意する必要がある。

(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あげられる。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。

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、構造機能に分類される。また、これらの機能のほかに、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、変形といった個別の性能指標や総合的な健全度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、構造機能に分類される。これらの機能は重層的に構成されており、構造機能が水利用機能と水理機能を下支えする関係にある。また、これらの機能のほかに、事故時におけるリスクなどに対して農業水利施設全般に求められる安全性・信頼性といった社会的機能がある。

開水路の機能を発揮する能力が性能である。本来の機能に関する性能は、ひび割れ、水路の変形等の物理的状态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）の機能と性能の種類を表 1-5 に示す。

表 1-5 開水路（用水路）の機能と性能の種類例

機能		性能の例	指標の例
本来的機能	1) 水利用機能	送配水性	送配水効率、用水到達時間
		送配水弾力性	自由度、調整容量
		保守管理・保全性	保守管理頻度（費用）、容易性
	2) 水理機能	通水性	通水量、漏水量、表面抵抗の大小、水位
		水位制御性	水位・流量の制御
		分水制御性	分水量・水位の制御
	3) 構造機能	使用性	ひび割れ、変形量
		耐久性	摩耗量、鉄筋腐食量
		安全性	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
社会的機能		安全性・信頼性	漏水・破損事故履歴（率・件数）、補修履歴、耐震性
		経済性	建設費、維持管理経費
		環境性	景観、親水性、歴史的価値、自然環境

1.2.2 開水路の性能管理

開水路の性能管理は、水利用機能及び水理機能を支える構造機能に着目し、水路形式ごとに適切な性能管理手法を適用する必要がある。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。

【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」の水利用機能(所要量を送水する性能等)や水理機能(通水性能等)は、構造機能(力学的安全性、安定性、耐久性)に支えられており、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、または、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、個々の部材もしく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

水利用機能・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。

排水系の開水路

排水系の開水路では、例えば、ブロックのズレ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、ブロックのズレ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) 施設の重要度評価

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）等に置き換えて考えることができ、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額等で示される損失で表すことができる。これらの損失は、経済性を表す指標でもある。

開水路においては、漏水・破損事故等による農業面と農業以外の面（施設周辺環境等）に与える影響から施設の重要度の評価を行うものとする。重要度は、定性的・定量的な判断から評価・区分を行うこととし、評価区分は表 1-6 に示す区分の例や地震リスクの観点から設定した評価区分を参考に、検討の目的や地区の状況に応じて個別に定める。

表 1-6 施設の重要度区分の例

評価区分	想定される事故による影響	評価指標の例
A A	人的被害が想定される	
A	経済的被害が大きい	被害額 > 予防的な保全対策費用
B	経済的被害が小さい	被害額 < 予防的な保全対策費用
C	事後保全でも許容できる	被害額 < 予防的な保全対策費用

【参考】開水路の耐震設計における重要度の評価

耐震設計を行うに当たっては、地震リスクの観点から施設の重要度に応じた地震動レベルを区分している。「土地改良施設 耐震設計の手引き」の開水路の耐震設計における重要度の区分を表 1-7 に示す。

表 1-7 開水路の重要度区分

A種（重要）	次の ~ のいずれかに該当する施設 主要道路や鉄道、住宅地等に隣接するもので、施設周辺の人命・財産やライフラインへの影響が極めて大きい施設 地域防災計画によって避難路に指定されている道路に隣接、または災害時の防火用水に指定されているなど、避難・救護活動への影響が極めて大きい施設 地域の経済活動や生活活動への影響が極めて大きい施設
B種（重要）	被災による影響が大きい施設
C種（一般）	被災による影響が少ない施設

出典：「土地改良施設 耐震設計の手引き」（平成 16 年 3 月）

1.3 開水路の性能低下

開水路の変状の要因は、布設条件、設計条件、水路形式ごとに異なることに留意する。

【解説】

(1) 開水路の性能低下

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、性能低下予測、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 1-2 のとおりである。

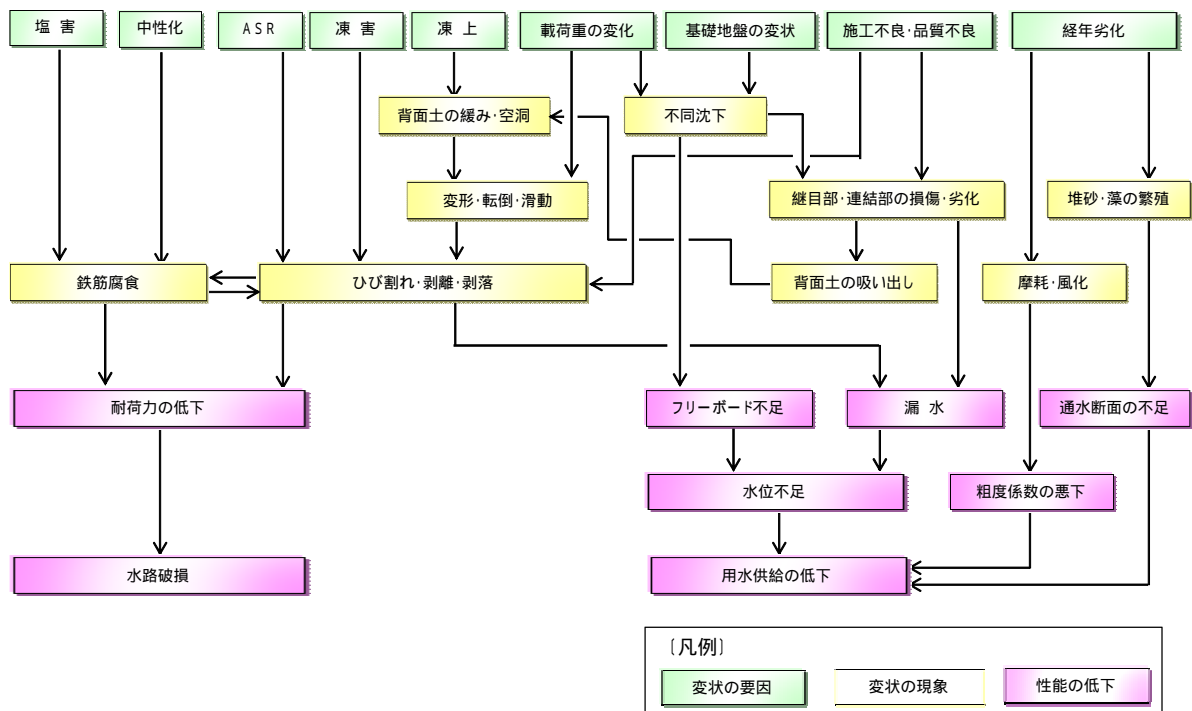


図 1-2 「鉄筋コンクリート開水路」の性能低下とその要因

【参考】鉄筋コンクリートの変状の種類とその要因

表 1-8 鉄筋コンクリートの変状の種類とその要因

変状の種類		変状の要因								
		初期欠陥	中性化	塩害	A S R	凍害	化学的腐食	疲労	摩耗・風化	構造・外力
初期欠陥	ジャンカ									
	コールドジョイント									
	内部欠陥（空洞等）									
	砂スジ									
	表面気泡									
	非進行性ひび割れ ・ 乾燥ひび割れ ・ 乾燥収縮ひび割れ ・ 温度ひび割れ									非進行性ひび割れは、施工中、または完成後早い時期に処理を行えば、耐久性に問題は生じない。放置しておいた場合は、他の劣化要因と複合し、進行性のひび割れに変わる場合もある。
材料劣化 （内部要因によるものが多い）	ひび割れ	鉄筋腐食先行型								
		ひび割れ先行型								
	浮き・剥落									
	錆汁									
	エフロレッセンス									
	変色									
	すりへり（摩耗）									
	断面欠損									
構造劣化 （外部要因によるものが多い）	曲げ・せん断ひび割れ									
	たわみ									
	変形									
	振動（剛性の低下）									

「コンクリート診断技術」（（社）コンクリート工学協会）を参考に整理

材料劣化は主に内部要因、構造劣化は外部要因によるものが多い。

しかし、材料劣化の場合には疲労や構造外力のような外部要因でもひび割れなどの変状・劣化が生じる。

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、A S Rなどの内部要因によるものよりも、図 1-3 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、また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。

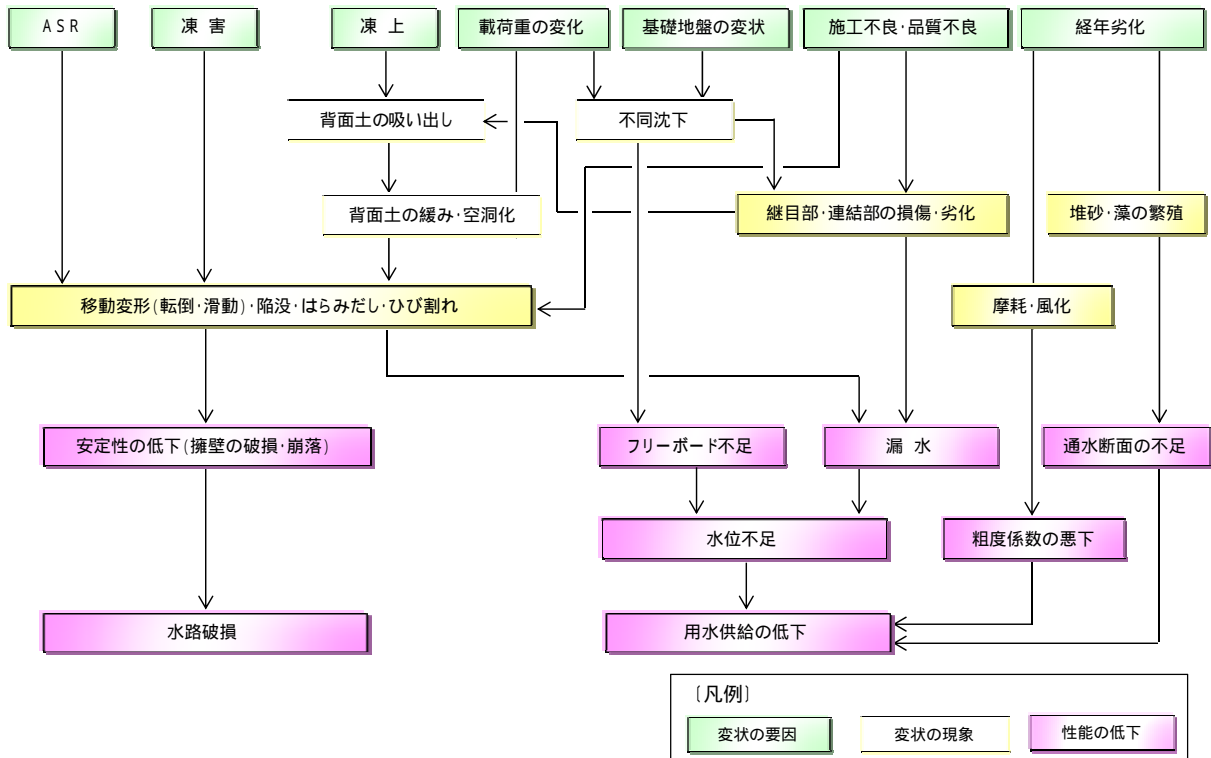


図 1-3 「無筋コンクリート開水路」及び「その他開水路」の主要な性能低下とその要因

(2) 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、他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的な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。

矢板型水路（柵きよ含む）

矢板型水路（柵きよ含む）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、ズレ、変形が発生することが多い。

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、変形部位が他の部位に拡大していく可能性がある。

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せられて建造されていることから、変形部位が他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。

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。

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り、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。

1.4 開水路の機能保全の流れ

開水路の機能保全は、継続的に行う機能診断調査と評価の結果を踏まえ、可能性のある複数の対策工法の組合せについて比較検討することにより、適時・的確な対策を選択して実施する。

【解説】

開水路の機能保全を図るに際しては、「農業水利施設の機能保全の手引き」（平成19年3月）も踏まえつつ、開水路の機能保全を図るための取組を効率的に進めるため、施設の利用と日常管理を行っている施設管理者、中長期的に基幹施設の機能を適切に保全する責務を負っている施設造成者及び関係する機関が、連携・協力しながら、段階的・継続的に以下の取組を行う。

日常管理における点検（機能監視）、
定期的な機能診断調査と評価、
調査結果に基づく施設分類と劣化予測、効率的な対策工法の比較検討、
関係機関等の情報共有と役割分担による所要の対策工事の実施、
調査・検討の結果や対策工事に係る情報の蓄積 等

開水路の機能保全計画の策定フローを図1-4～1-7に示す。

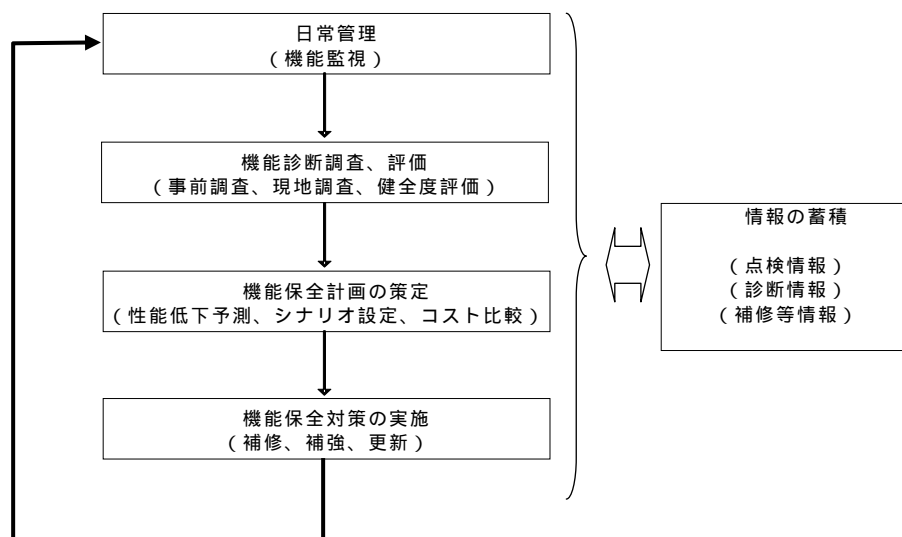


図 1-4 開水路の機能保全のフロー

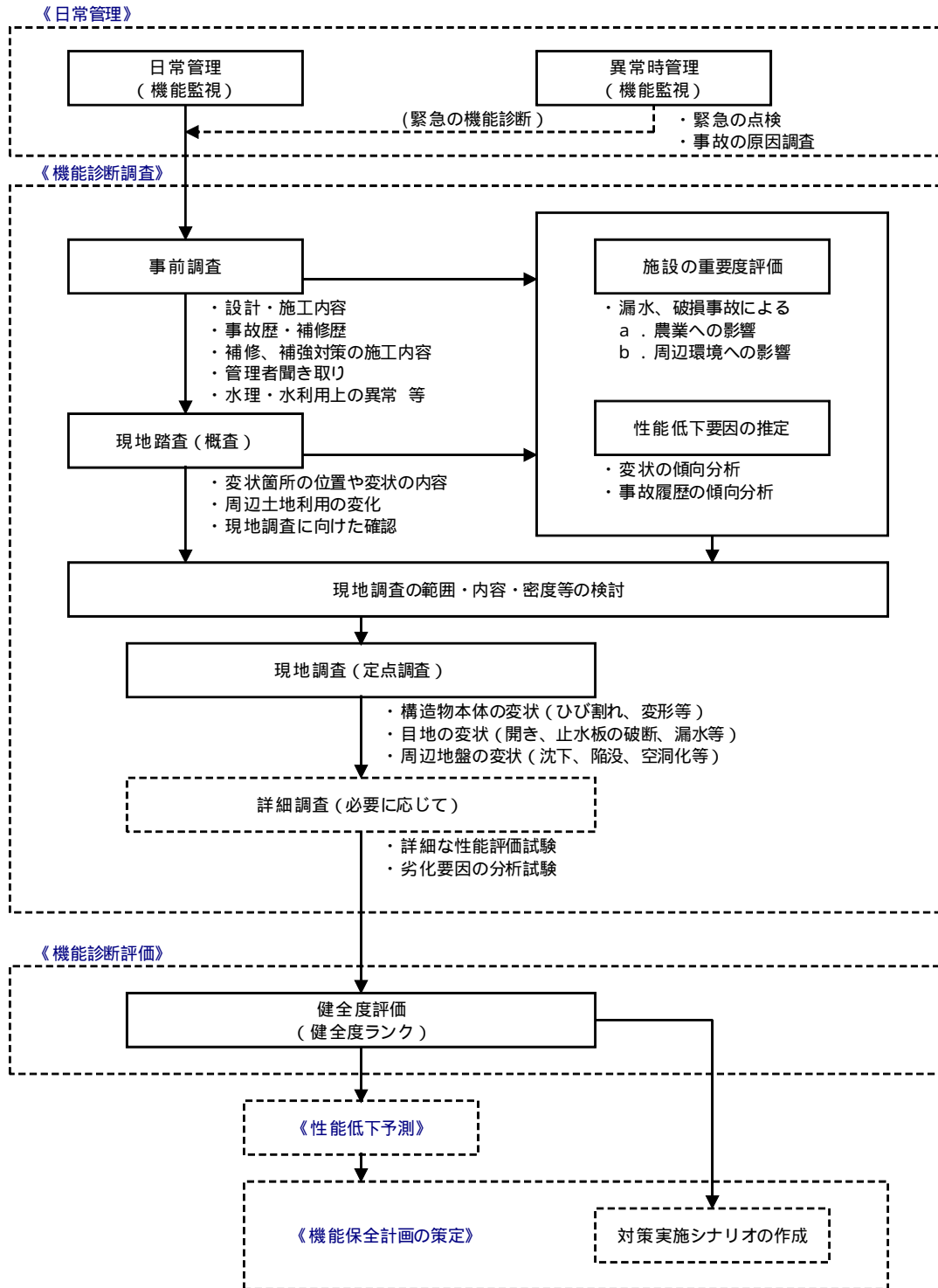


図 1-5 開水路の機能保全のフロー（機能診断調査、評価）

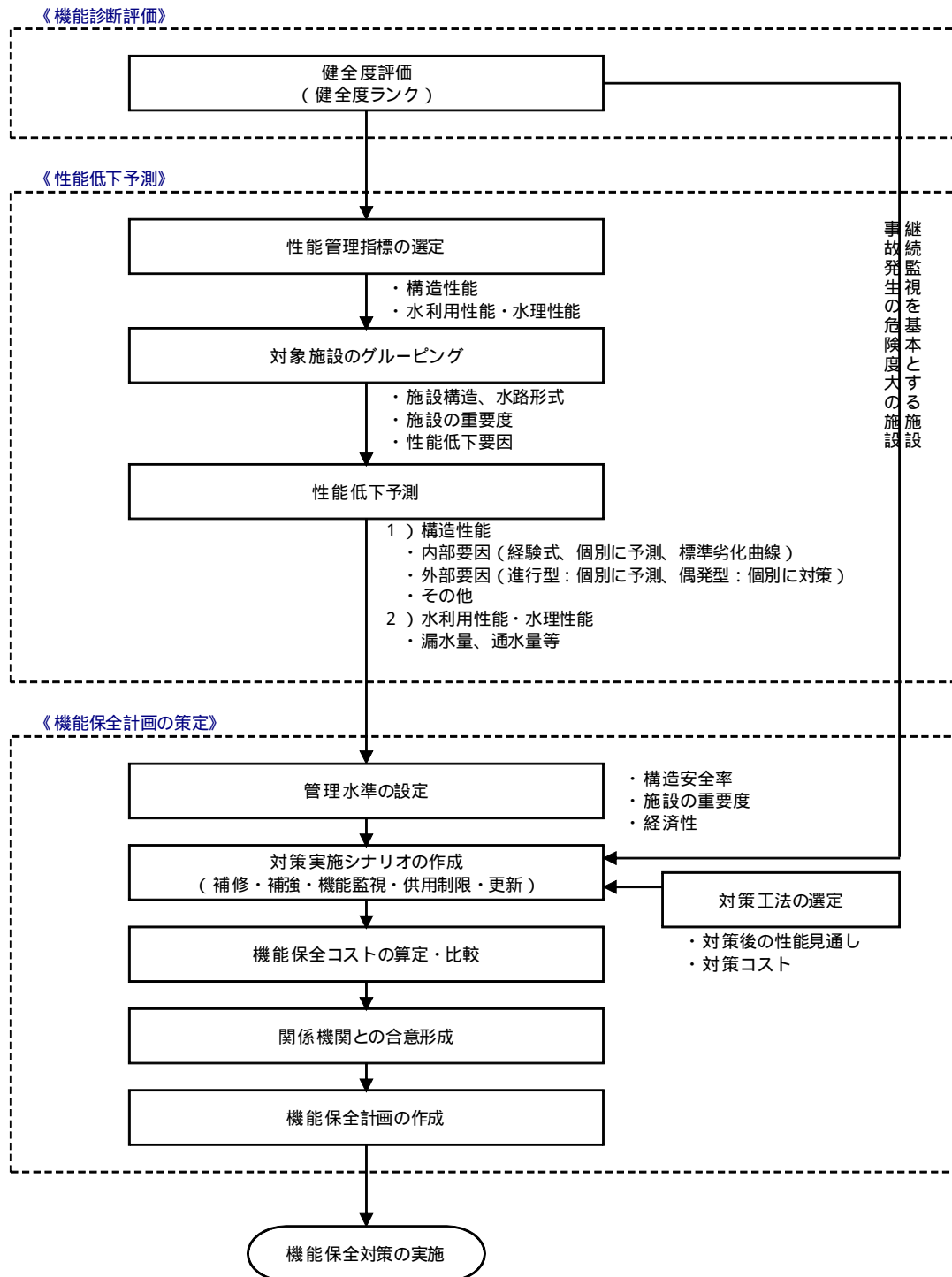


図 1-6 開水路の機能保全のフロー（機能保全計画の策定）

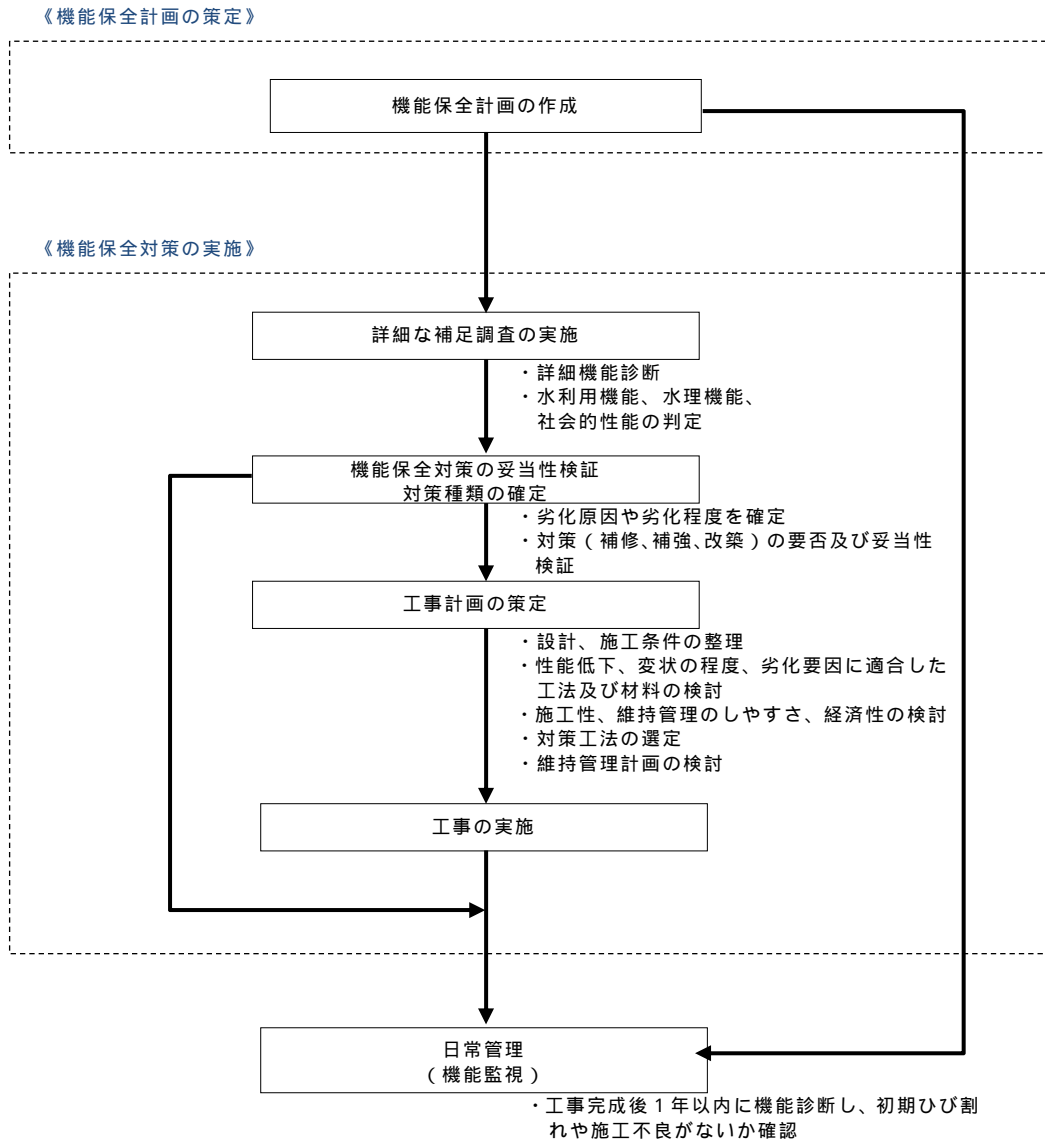


図 1-7 開水路の機能保全のフロー（機能保対策の実施）

《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 19 年 3 月）を参照。

第2章 機能診断調査

2.1 基本的事項

開水路の機能診断で実施す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、調査全体を検討することが重要である。

また、調査内容を決定する際にも、当該調査により何を明らかにしようとしているのかといった、調査のねらいを明らかにすることが重要である。その際、調査の結果により判定できる事実がもたらすコストの縮減やリスクの回避といった効果と、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。

なお、機能診断調査によって得た診断情報は、農業水利ストック情報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。

（2）機能診断調査の手順

開水路の機能診断調査は、効率的に施設を把握する観点から、
資料収集や施設管理者からの聞き取りによる事前調査、
遠隔目視による概略把握を行う現地踏査、
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段階を基本とし、施設の重要度や水路形式ごとの主要な変状及び劣化特性を踏まえて、合理的に調査を実施する。

1) 事前調査

事前調査は、現地調査の実施方法の検討を目的とし、農業水利ストック情報データベースの参照、設計図書、管理・事故・補修履歴等の文献調査、施設管理者からの聞き取り調査等により、機能診断調査のための基本的情報を収集する。

2) 現地踏査

現地踏査については、技術的知見を持つ技術者が遠隔目視により対象施設を調査することにより、変状箇所的位置、変状の内容や程度などを大まかに把握し、現地調査の実施方法や調査範囲を具体的に検討することを目的とする。

3) 現地調査

現地調査については、事前調査、現地踏査の結果から、施設の重要度や経済性を踏まえて効率的な調査計画を検討し、現地において定量的な調査や診断を実施する。なお、現地調査の結果、追加的な調査が必要と判断された場合には、詳細な調査を追加して実施する。

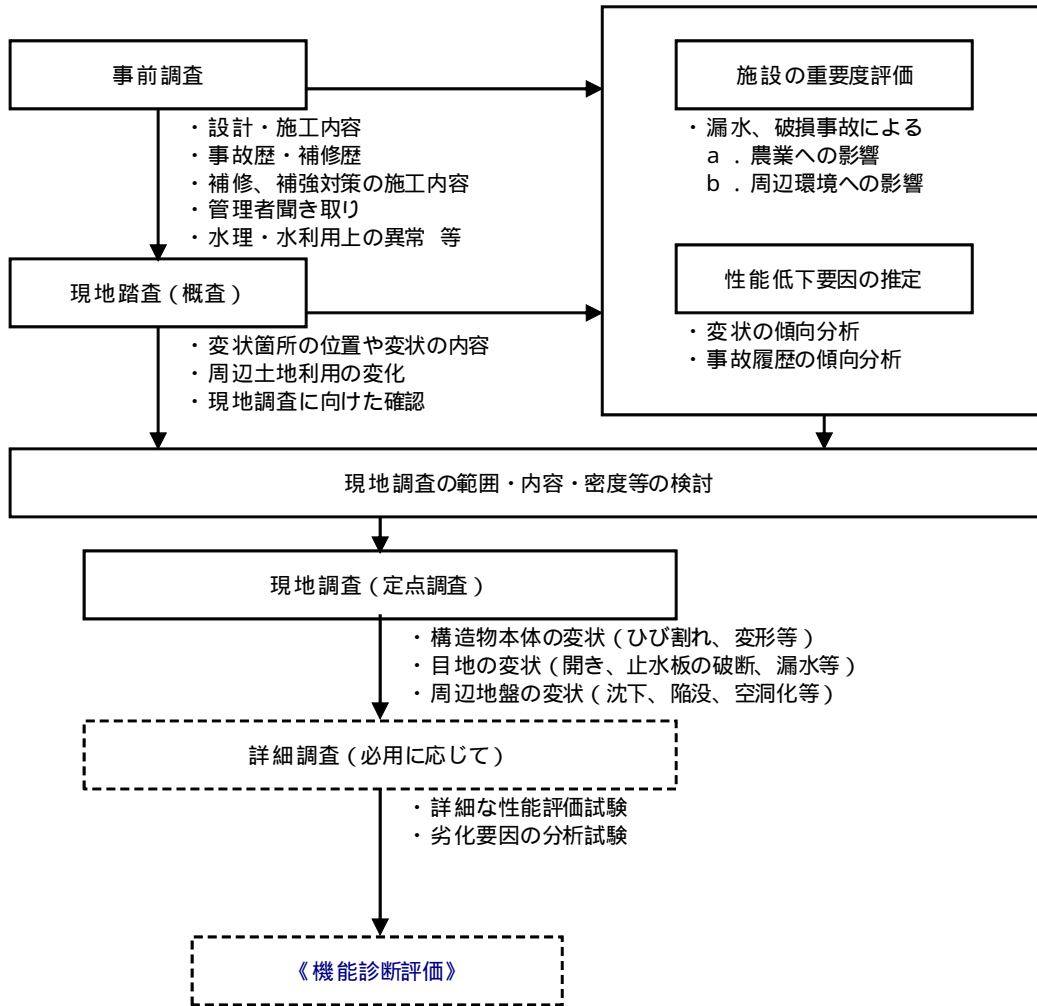


図 2-1 機能診断調査の実施フロー

2.2 事前調査

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聞き取り等を行う。

【解説】

(1) 既存資料の収集・整理

1) 当初の設計、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、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、使用者や管理者、施工者に対して聞き取り調査を行う。主な調査項目は次のとおりである。

a. 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聞き取り調査を行う。

b. 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場合もあることから、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。

c. 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。

d. 施工内容

開水路布設時の基準高、中心線のズレ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。

）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 2-1 に示す。

表 2-1 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

（コンクリートのひび割れ調査、補修・補強指針-2009- P.19 より抜粋）

）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。

）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。

2) 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。

3) 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・施工内容にかかる資料収集に加え、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、予め検討しておくことが重要である。

4) 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、凍害があげられる。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うえで、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により、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、水質や流下する塵芥物の多少など地域特性や当該施設の設置されている箇所を環境を把握しておくことも重要である。

5) 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聞き取り（問診）では、施設のどの位置に、どのような変状が発生しているか聞き取ることを基本とするが、可能な限り変状の程度や水管理・保守上の課題、維持補修費用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聞き取りを行い、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、施設改修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 2-2 に示すような日常点検票（問診票）に施設管理者が定期的に記入し、それらの調査票を機能診断調査の実施者が収集・整理する形で行う。

6) 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、写真の活用も有効である。

表 2-2 開水路の日常点検票（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 崩壊規模が大きく、水路機能の低下が著しい箇所がある 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） 明らかな構造物の傾斜、変形、沈下、蛇行が見られる コンクリートの欠損、剥落が見られる 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 その他の異常が見られる（摩耗、粗骨材露出） 2.異常無し 【特記】	
	目地部	1.異常有り 目地部の欠損、開き、ずれ、段差が著しく、漏水痕跡がある 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 その他の異常が見られる（ ） 2.異常無し 【特記】	
	周辺地盤	1.異常有り 地すべり、地盤の崩壊が発生している 地盤のゆるみが見られる その他の異常が見られる（ ） 2.異常無し 【特記】	
水理・ 水利 用上の 異常	通水性	1.異常有り 所定の通水量が確保できない 通水量が安定しない（管理が難しい） 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 水位の異常上昇、溢水がみられる 水位の異常低下がみられる 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 騒音・振動が認められる、苦情、改善要請がある その他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、もしく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（ ）

2.3 現地踏査

現地踏査では、現地調査の実施方法を検討するため、事前調査で得られた情報をもとに実際に現地を巡回目視により踏査し、必要な事項を確認する。現地踏査は、日常管理を通じて平常時の状態を熟知する施設管理者とともに実施することが望ましい。

【解説】

現地踏査は、事前調査で得られた情報をもとに、徒歩巡回目視により対象路線全区間を観察し、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の確認や調査の単位、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、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。

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。

構造物の変形、傾斜、欠損の有無、程度

ひび割れなどの表面変状の有無、程度（範囲）

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）

水路全体の不同沈下、蛇行

周辺地盤の沈下、陥没、崩落、構造物の拔上がり

水利用上、水理上の性能低下

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もとに、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 2-3 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。

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。

表 2-3 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			
	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、変色などその他の変状		
	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	通水障害を起すような雑草 の繁茂		
	通水障害を起すような堆砂		
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()

2.4 施設の重要度評価と性能低下要因の推定

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もとに、施設の重要度を評価するとともに、着目する性能低下要因を推定する。

【解説】

(1) 施設の重要度評価

開水路は線の構造物であり、延長が長いことから、効率的な現地調査を行うためには、対象とする施設の重要度に応じた調査の内容を計画する必要がある。このため、事前調査や現地踏査の成果等から、漏水・破損事故による農業面と農業面以外での施設周辺環境に与える影響をもとに、施設の重要度を評価する。

農業面における施設の重要度については、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、受益面積や水利システムの種類（用排水の別、水田、畑地といった水利用の目的や、分水・流量制御設備といった水利システムの重要性）など農業面への影響度や、復旧の難易度、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、農業面以外（施設周辺環境等）での施設の重要度については、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。施設の重要度評価は、事故発生時の被害額等で示される損失を一つの指標として、定性的・定量的な判断から評価・区分を行う。

参考として、施設の重要度評価の例を述べる。

〔重要度区分の評価基準〕

ここでは、農業面における当該開水路の受益面積、農業以外の面においては立地条件に伴う事故発生時の社会的被害について、表 2-4 に評価基準の例を示す。

表 2-4 重要度区分の評価基準の例

区分	<農業面> 受益面積 A (ha)	<農業以外の面> 社会的被害(立地条件)
	A < 1,000	社会被害の可能性大 (非農業部門に相当程度の影響)
	1,000 > A > 200	非農業部門への影響あり
	200 > A	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）に与える影響をもとに、表 2-5 に示す総合的な判定基準の例により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区分を設定したもの一例を図 2-2、図 2-3 に示す。

表 2-5 重要度の総合評価判定の例 *1

		受益面積		
社会的被害 (立地条件)		A	A	B
		A	B	B
		B	B	C

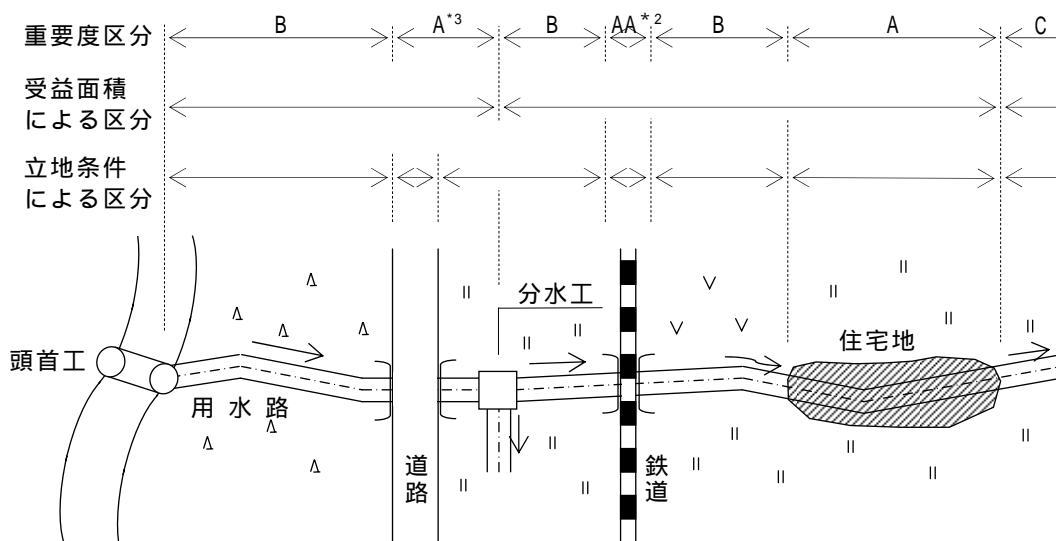


図 2-2 施設の重要度の設定の例 (用水系)

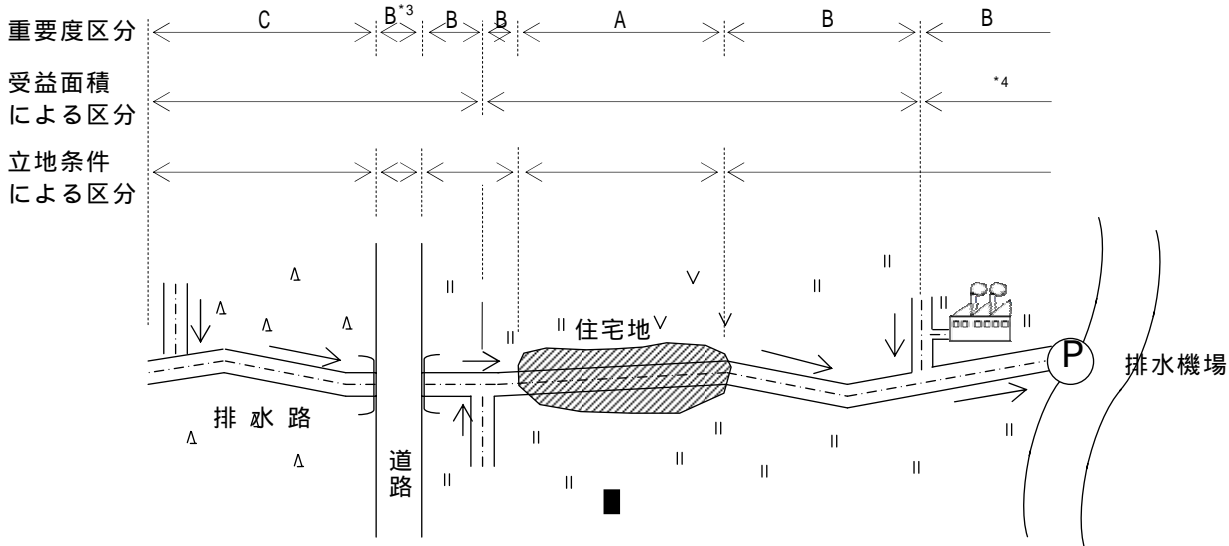


図 2-3 施設の重要度の設定の例 (排水系)

- *1：施設の重要度区分は第1章 表 1-6 を用いた。
- *2：鉄道横断部は鉄道管理者の管理基準に準拠し、事故による人的被害が想定されるため、AA評価とした。
- *3：道路横断部は、地域の実状や当該道路の重要性などにより評価する（例えば、地域防災計画によって避難路に指定されているなど、重要な道路は「AA評価」とするなど）。
- *4 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

用水系の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場合が多いこと

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。

(2) 性能低下要因の推定

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、事前調査で得られた成果をもとに、使用環境条件と劣化要因の関連性を整理し、表 2-6 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性能低下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ことが望ましい。

表 2-6 開水路の劣化要因推定表の例

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

2.5 現地調査

現地調査では、事前調査・現地踏査で得られた結果及び施設の重要度を勘案して、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ことが必要である。

【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結果及び施設の重要度や経過年数等を踏まえ、適切な調査範囲において実施するもので、施設性能の低下状態やその要因について定量的な調査を行う。現地調査による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、現地調査の対象外とすることも検討する。

(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) 現地調査地点選定の考え方

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(定点調査)の調査地点及び調査のレベルは、調査対象区間内における性能劣化の程度が標準的な場所を基本としつつ、効率的な調査を実施するため、施設の重要度と以下の視点に留意した選定を行う。

地区の特徴(材質や土質等の設計諸元、設置後経過年数など)

認識されている変状(管理者からの聞き取り、事故歴)

外部環境条件の変化(土地利用の変化など)

参考として、調査地点・調査レベルの選定イメージを表2-7、図2-3に示す。

調査地点・調査レベルの考え方は、例えば施設の重要度が高く、事故歴や変状がある場合には、事前調査・現地踏査の結果から推定した性能低下の要因に応じて重点的

な調査を行う。

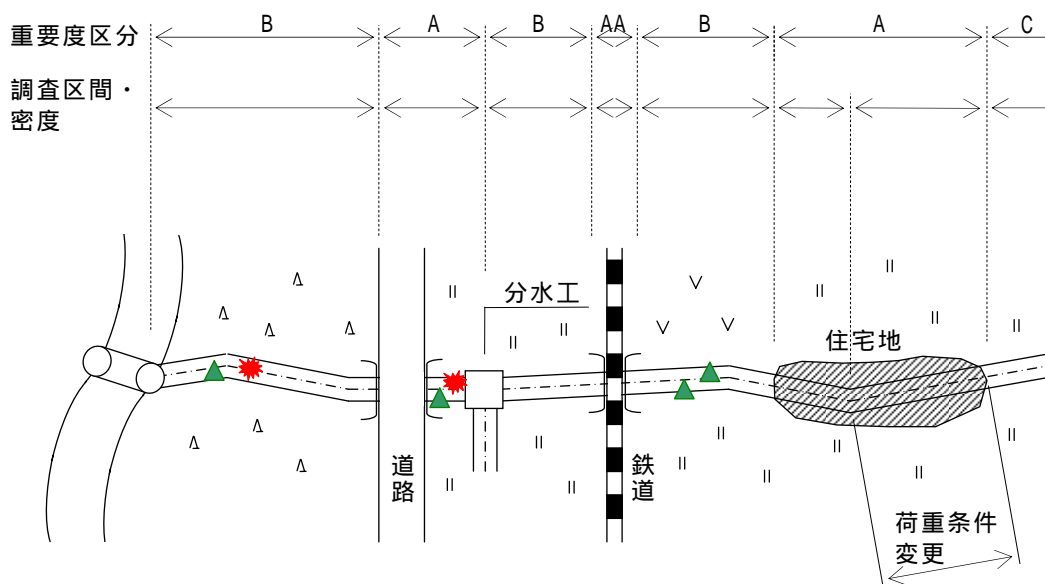
なお、過去に施設の機能診断調査が実施されている場合には、調査の効率性を確保するとともに、経年変化の分析が行えるようにするため、極力、当該調査地点を活用するようにする。

表 2-7 調査地点・調査レベルの決定の例

事前調査・現地踏査で 得られた既知の情報		施設の重要度			
		AA	A	B	C
事故歴 あり	1)変状有り 2)事故等の可能性高い 3)外部環境に変化				
	変状無し				
	不明				
事故歴 なし	1)変状有り 2)事故等の可能性高い 3)外部環境に変化				
	変状無し				
	不明				

【調査レベルの考え方】

- ：調査区間の代表となる地点、局所的な劣化の激しい地点を定点とし、性能低下要因に応じた詳細調査を検討
- ：調査区間の代表となる地点、局所的な劣化の激しい地点を定点とし、標準的な定点調査を実施
- ：調査区間の代表となる地点を定点とし、標準的な定点調査を必要に応じ実施



★事故発生履歴 ▲変状箇所や事故等の可能性が高い箇所(事故発生点の類似箇所・経過年数等)

図 2-4 調査地点・調査密度の設定の例（用水系）

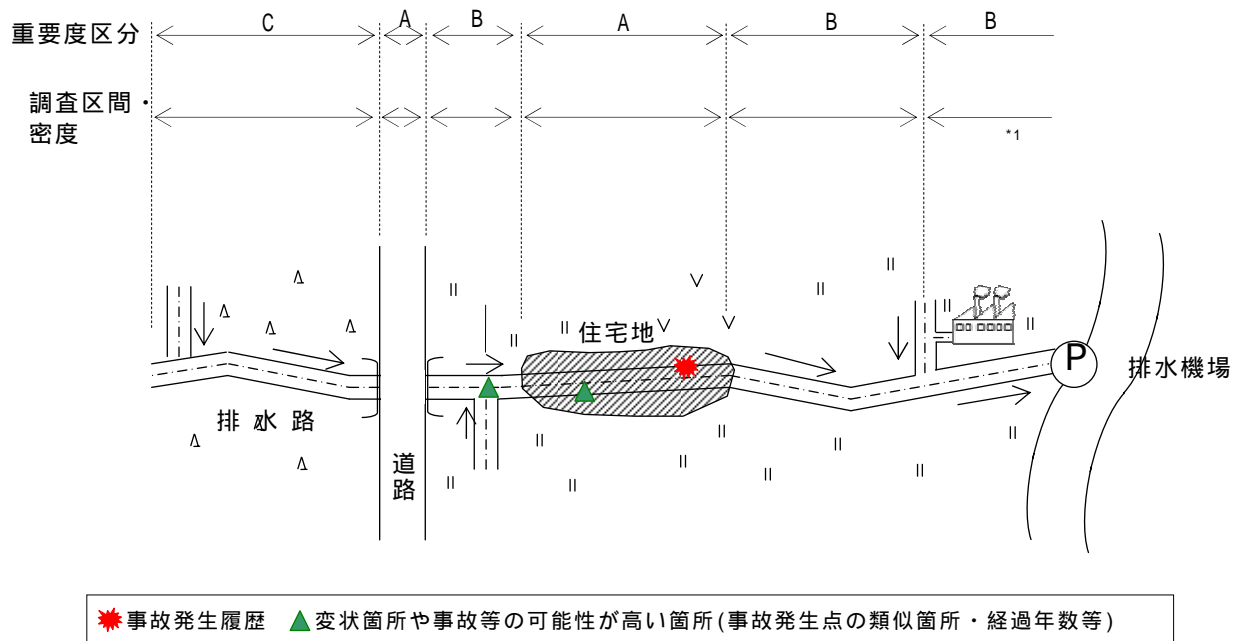


図 2-5 調査地点・調査密度の設定の例（排水系）

*1 ここでは、工場からの排水の流入により、化学的腐食が想定されることみて、としている。

(4) 調査項目および調査内容

現地調査では、事前調査、現地踏査の結果を踏まえ、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 2-8 に示す。

表 2-8 標準的な現地調査項目の例

	区分	調査項目	調査手法	記録手法	
内部要因	コンクリート	ひび割れ	ひび割れ最大幅	定量計測（ひび割れスケール）	定量記録、写真記録
			ひび割れ延長	定量計測（スケール）	定量記録、写真記録
			ひび割れタイプ	タイプ判別	〃
	材料劣化	浮き	目視による観察	写真記録、図化	
		剥離・剥落・スケーリング	〃	〃	
		ポップアウト	〃	〃	
		析出物（エフロレッセンス）	〃	〃	
		析出物（ゲルの滲出）	〃	〃	
		錆汁	〃	〃	
		変色	〃	〃	
		磨耗・風化	〃	〃	
		漏水（痕跡）	〃	〃	
		鉄筋露出	〃	〃	
	圧縮強度	反発硬度	リバウンドハンマー	定量記録	
	中性化	中性化深さ / 中性化残り	ドリル法	〃	
鉄筋被り		設計図書等	〃		
鋼矢板	材料劣化	鋼矢板の腐食	目視による観察、簡易計測	〃	
外部要因	変形・歪み		目視による有無 簡易計測（下げ振り、ポール等）	有無の記録、写真記録、定量記録	
	転倒・滑動		〃	〃	
	浮上		〃	〃	
	欠損・損傷		目視による有無	〃	
	不同沈下	構造物の沈下・蛇行	目視による有無 簡易計測（下振り、ポール等）	有無の記録、写真記録、定量記録	
	側壁・法面部材のズレ・緩み、欠損、消失		目視による有無	有無の記録、写真記録	
	漏水・湧水 背面土砂吸出し		目視による有無	〃	
	底板・水路底	侵食、深掘れ	スタッフ挿入等による確認 （必要に応じて測量）	写真記録、スケッチ	
		矢板の露出	目視による有無	有無の記録、写真記録	
	地盤変形	背面土の空洞化	打撃法	定量記録	
周辺地盤の陥没、ひび割れ		目視による有無	有無の記録、写真記録		
抜け上がり		目視による有無・簡易計測	〃有無の記録、写真記録、定量記録		
その他の要因	目地の劣化	目地の開き	目視による有無	有無の記録、写真記録	
		段差	〃	〃	
		止水板の破断	〃	〃	
		漏水痕跡	〃	〃	
		周縁コンクリートの欠損等	〃	〃	
	附帯構造物との取付境界部の変状		目視による有無	〃	

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。

(5) 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を行う。現地調査（定点調査）票の参考例を表 2-9～表 2-17 に示す。

表 2-9 鉄筋コンクリート開水路の現地調査票（定点調査【様式 1】）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. + -No. +			
劣化要因の評価 (劣化要因判定表による)	劣化要因	評価点	特記事項(可能性のある劣化要因等)		
	中性化				
	塩害				
	A S R				
	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	スケッチ	<input type="checkbox"/> あり <input type="checkbox"/> なし	No.		
	写真	<input type="checkbox"/> あり <input type="checkbox"/> 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。	<input type="checkbox"/> 0.2mm未満 (0.2mm未満)	<input type="checkbox"/> 0.2mm以上～1.0mm未満 (0.2mm以上～0.6mm未満)	<input type="checkbox"/> 1.0mm以上 (0.6mm以上)	
	最大幅ひび割れの延長		実測値	(mm)	
	ひび割れ延長	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	<input type="checkbox"/> 1.目地間中央や部材解放部の垂直ひび割れ <input type="checkbox"/> 2.特徴的な形状を示さないひび割れ <input type="checkbox"/> 3.格子状・亀甲状などのひび割れ <input type="checkbox"/> 4.側壁を横切るような水平もしくは斜めのひび割れ <input type="checkbox"/> 5.鉄筋に沿ったひび割れ			
	進行性(前回との変化)	<input type="checkbox"/> あり			
	ひび割れ規模	<input type="checkbox"/> ひび割れ密度:ひび割れ幅0.2mm以上のものが50cm/m ² 以上 <input type="checkbox"/> 全体的(表面の50%以上)			
	ひび割れ付随物(析出物、錆汁、浮き)	<input type="checkbox"/> あり			
ひび割れからの漏水	<input type="checkbox"/> 滲出し、漏水跡、滴水 <input type="checkbox"/> 流水、噴水				
ひび割れ段差	<input type="checkbox"/> あり				
材料劣化	いずれが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	<input type="checkbox"/> 部分的(表面の50%未満) <input type="checkbox"/> 全体的(表面の50%以上)		(m ²)面積	
	剥離・剥落・スケーリング	<input type="checkbox"/> 部分的(表面の50%未満)		(m ²)面積	
		<input type="checkbox"/> 全体的(表面の50%以上)		(cm)深さ	
析出物(エフロレンス・ゲルなど)	<input type="checkbox"/> 部分的(表面の50%未満) <input type="checkbox"/> 全体的(表面の50%以上)		(箇所)		

表 2-10 鉄筋コンクリート開水路の現地調査票（定点調査【様式1】）の例（2/2）

変 状 項 目		変 状 の 状 態 ・ 程 度		
材料劣化	錆汁	<input type="checkbox"/> あり	-	(箇所)
	摩耗・すりへり	<input type="checkbox"/> 1.細骨材露出	<input type="checkbox"/> 2.粗骨材露出	
		<input type="checkbox"/> 3.粗骨材剥離		(m ²)面積
鉄筋露出	<input type="checkbox"/> 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		(N/mm ²)
		測定		
	平均値	<input type="checkbox"/> 21N/mm ² 以上	<input type="checkbox"/> 15N/mm ² ～21N/mm ²	<input type="checkbox"/> 15N/mm ² 未満
中性化深さ	ドリル法	測定		(mm)
	鉄筋被り(測定値または設計図書による)			(mm)
	中性化残り=鉄筋被り-中性化深さ			(mm)
	平均値	<input type="checkbox"/> 中性化残り10mm以上	<input type="checkbox"/> 中性化残り10mm未満	
変形・歪み	変形・歪みの有無	<input type="checkbox"/> 局所的(施設の一部のみで発生)	<input type="checkbox"/> 全体的(変状が構造物全体にある)	
	なし			
欠損・損傷	欠損・損傷の有無	<input type="checkbox"/> 局所的(施設の一部のみで発生)	<input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> 局所的(施設の一部のみで発生)	<input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> 局所的(施設の一部のみで発生)	<input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> 局所的(施設の一部のみで発生)	<input type="checkbox"/> 全体的(変状が構造物全体にある)	
	抜上がり(目視)	<input type="checkbox"/> 20cm未満	<input type="checkbox"/> 20cm～50cm	<input type="checkbox"/> 50cm以上
目地の変状	目地の開き	<input type="checkbox"/> 局所的(施設の一部のみで発生)	<input type="checkbox"/> 全体的(変状が構造物全体にある)	(mm)
	目地の段差	<input type="checkbox"/> 局所的(施設の一部のみで発生)	<input type="checkbox"/> 全体的(変状が構造物全体にある)	(mm)
	止水板の破損	<input type="checkbox"/> あり		(箇所)
	目地からの漏水の状況	<input type="checkbox"/> 滲出し、漏水跡、滴水		
		<input type="checkbox"/> 流水、噴水		(箇所)
周縁コンクリートの欠損等	<input type="checkbox"/> 局所的(施設の一部のみで発生)	<input type="checkbox"/> 全体的(変状が構造物全体にある)	(箇所)	

表 2-11 無コンクリート開水路の現地調査票（定点調査【様式1】）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. + ~No. +		
劣化要因の推定(劣化要因推定表による)	劣化要因	特記事項(可能性のある劣化要因等)		
	A S R			
	凍害			
	化学的腐食			
	疲労			
摩耗・風化				
外部要因				
調査部位	規格	調査施設概要図		
データ整理	スケッチ	<input type="checkbox"/> あり <input type="checkbox"/> なし	No.	
	写真	<input type="checkbox"/> あり <input type="checkbox"/> 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。	<input type="checkbox"/> 0.2mm未満 <input type="checkbox"/> 0.2mm以上～5.0mm未満 <input type="checkbox"/> 5.0mm以上		
	最大幅ひび割れの延長	<input type="checkbox"/> ひび割れなし	実測値 (mm)	
	ひび割れ延長	幅5.0mm以上		(m)
		幅1.0mm以上5.0mm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	<input type="checkbox"/> 1.目地間中央や部材解放部の垂直ひび割れ <input type="checkbox"/> 2.特徴的な形状を示さないひび割れ <input type="checkbox"/> 3.格子状・亀甲状などのひび割れ <input type="checkbox"/> 4.側壁を横切るような水平もしくは斜めのひび割れ		
	進行性(前回との変化)	<input type="checkbox"/> あり		
	ひび割れ規模	<input type="checkbox"/> ひび割れ密度:ひび割れ幅0.2mm以上のものが50cm/m2以上 <input type="checkbox"/> 全体的(表面の50%以上)		
	ひび割れ付随物(析出物、錆汁、浮き)	<input type="checkbox"/> あり <input type="checkbox"/> なし		
ひび割れからの漏水	<input type="checkbox"/> 滲出し、漏水跡、滴水 <input type="checkbox"/> 流水、噴水 <input type="checkbox"/> なし			
ひび割れ段差	<input type="checkbox"/> あり <input type="checkbox"/> なし			
材料劣化	いずれが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	<input type="checkbox"/> 部分的(表面の50%未満) <input type="checkbox"/> 全体的(表面の50%以上) <input type="checkbox"/> なし	(m ²)面積	
	剥離・剥落・スケーリング	<input type="checkbox"/> 部分的(表面の50%未満) <input type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> 全体的(表面の50%以上)	(m ²)面積	
			(cm)深さ	
析出物(エフロレンス・ゲルなど)	<input type="checkbox"/> 部分的(表面の50%未満) <input type="checkbox"/> 全体的(表面の50%以上) <input type="checkbox"/> なし	(箇所)		

表 2-12 無コンクリート開水路の現地調査票（定点調査【様式 1】）の例（2/2）

変 状 項 目		変 状 の 状 態 ・ 程 度		
材料劣化	摩耗・すりへり	<input type="checkbox"/> 1.細骨材露出	<input type="checkbox"/> 2.粗骨材露出	
		<input type="checkbox"/> 3.粗骨材剥離	<input type="checkbox"/> なし	
		<input type="checkbox"/> 全体的(表面の50%以上)		(m ²)面積
圧縮強度	反発硬度法(左・右側壁)	測定		(N/mm ²)
		測定		
	平均値(設計基準強度比)	<input type="checkbox"/> 100%以上	<input type="checkbox"/> 75%以上100%未満	<input type="checkbox"/> 75%未満
転倒・滑動	転倒・滑動の有無	<input type="checkbox"/> 局所的(施設の一部のみで発生)	<input type="checkbox"/> 全体的(変状が構造物全体にある)	
	転倒・滑動の略図	<input type="checkbox"/> なし		
浮上	底版の浮き上がり (地下水・浮力)	<input type="checkbox"/> 局所的(施設の一部のみで発生)	<input type="checkbox"/> なし	
		<input type="checkbox"/> 全体的(変状が構造物全体にある)		
欠損・損傷	欠損・損傷の有無	<input type="checkbox"/> 局所的(施設の一部のみで発生)	<input type="checkbox"/> なし	
		<input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> 局所的(施設の一部のみで発生)	<input type="checkbox"/> なし	
		<input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> 局所的(施設の一部のみで発生)	<input type="checkbox"/> なし	
		<input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> 局所的(施設の一部のみで発生)	<input type="checkbox"/> なし	
		<input type="checkbox"/> 全体的(変状が構造物全体にある)		
	拔上がり(目視)	<input type="checkbox"/> 20cm未満	<input type="checkbox"/> 20cm~50cm	<input type="checkbox"/> 50cm以上
		<input type="checkbox"/> なし		
目地の変状	目地の開き	<input type="checkbox"/> 局所的(施設の一部のみで発生)	<input type="checkbox"/> なし	
		<input type="checkbox"/> 全体的(変状が構造物全体にある)		(mm)
	目地の段差	<input type="checkbox"/> 局所的(施設の一部のみで発生)	<input type="checkbox"/> なし	
		<input type="checkbox"/> 全体的(変状が構造物全体にある)		(mm)
	止水板の破損	<input type="checkbox"/> あり	<input type="checkbox"/> なし	
			(箇所)	
	目地からの漏水の状況	<input type="checkbox"/> 滲出し、漏水跡、滴水	<input type="checkbox"/> なし	
		<input type="checkbox"/> 流水、噴水		(箇所)
	周縁コンクリートの欠損等	<input type="checkbox"/> 局所的(施設の一部のみで発生)	<input type="checkbox"/> なし	
		<input type="checkbox"/> 全体的(変状が構造物全体にある)		(箇所)

表 2-13 その他開水路（矢板型水路）の現地調査票（定点調査【様式1】）の例

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. + ~No. +	
劣化要因 の推定 (劣化要 因推定表 による)	劣化要因	特記事項(可能性のある劣化要因等)	
	化学的腐食		
	疲労		
	外部要因		
調査部位	規格	調査施設概要図	
データ 整理	スケッチ	<input type="checkbox"/> あり <input type="checkbox"/> なし	No.
	写真	<input type="checkbox"/> あり <input type="checkbox"/> なし	No.
変 状 項 目		変 状 の 状 態 ・ 程 度	
構造物自 体の変状	鋼矢板の腐食	<input type="checkbox"/> 表面的な腐食 <input type="checkbox"/> さび層の剥離あり <input type="checkbox"/> 開孔あり <input type="checkbox"/> なし	(mm)
	コンクリート部材の劣化	<input type="checkbox"/> 部分的(施設の一部のみで発生) <input type="checkbox"/> 全面的(変状が構造物全体にある) <input type="checkbox"/> なし	
構造物自 体の変状 (側壁)	矢板・柵きよの笠コンクリート (天端)の沈下・ズレ	<input type="checkbox"/> 5cm未満又はやや沈下 <input type="checkbox"/> 5cm以上又は明らかに沈下 <input type="checkbox"/> 明らかな沈下が全体的 <input type="checkbox"/> なし	(mm)
	亀裂・折損・損傷・欠損・ゆるみ	<input type="checkbox"/> 部分的(施設の一部のみで発生) <input type="checkbox"/> 全面的(変状が構造物全体にある) <input type="checkbox"/> なし	
	切梁・腹おこしの変状	<input type="checkbox"/> 塗装の劣化あり、ひび割れあり <input type="checkbox"/> 断面欠損あり、たわみあり <input type="checkbox"/> 座屈あり <input type="checkbox"/> なし	
	漏水・湧水・土砂の吸出し	<input type="checkbox"/> 部分的(施設の一部のみで発生) <input type="checkbox"/> 全面的(変状が構造物全体にある) <input type="checkbox"/> なし	
(底面)	侵食・洗掘・矢板の露出	<input type="checkbox"/> 部分的(施設の一部のみで発生) <input type="checkbox"/> 全面的(変状が構造物全体にある) <input type="checkbox"/> なし	
地盤変形	背面土の空洞化	<input type="checkbox"/> 局所的(施設の一部のみで発生) <input type="checkbox"/> 全面的(変状が構造物全体にある) <input type="checkbox"/> なし	
	周辺地盤の陥没・ひび割れ	<input type="checkbox"/> 局所的(施設の一部のみで発生) <input type="checkbox"/> 全面的(変状が構造物全体にある) <input type="checkbox"/> なし	
	抜け上がり(目視)	<input type="checkbox"/> 20cm未満 <input type="checkbox"/> 20cm以上50cm未満 <input type="checkbox"/> 50cm以上 <input type="checkbox"/> なし	(mm)
目地の 変 状	目地の開き	<input type="checkbox"/> 全体的(変状が構造物全体にある) <input type="checkbox"/> なし	
		<input type="checkbox"/> 局所的(施設の一部のみで発生)	(mm)
	段差	<input type="checkbox"/> 全体的(変状が構造物全体にある) <input type="checkbox"/> なし	
		<input type="checkbox"/> 局所的(施設の一部のみで発生)	(mm)
	漏水の状況	<input type="checkbox"/> 漏水、滲出し、滴水 <input type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> 流水、噴水	(箇所)
周縁コンクリートの欠損等	<input type="checkbox"/> 全体的(変状が構造物全体にある) <input type="checkbox"/> なし		
	<input type="checkbox"/> 局所的(施設の一部のみで発生)	(箇所)	
合流工・分水工等附帯構造物取付部 の変状(段差・抜け上がりなど)		<input type="checkbox"/> あり <input type="checkbox"/> なし	

表 2-14 その他開水路（コンクリートブロック積・石積水路）の現地調査票（定点調査【様式 1】）の例

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. + ~No. +	
劣化要因の推定(劣化要因推定表による)	劣化要因 化学的腐食 疲労 摩耗・風化 外部要因	特記事項(可能性のある劣化要因等)	
調査部位	規格	調査施設概要図	
データ整理	スケッチ	<input type="checkbox"/> あり <input type="checkbox"/> なし	No.
	写真	<input type="checkbox"/> あり <input type="checkbox"/> なし	No.
変 状 項 目		変 状 の 状 態 ・ 程 度	
構造物自体の変状(側壁)	ブロックのズレ・緩み・欠損・亀裂	<input type="checkbox"/> 部分的(施設の一部のみで発生) <input type="checkbox"/> 全面的(変状が構造物全体にある) <input type="checkbox"/> なし	
	滑動・転倒(傾倒)・はらみ	<input type="checkbox"/> 部分的(施設の一部のみで発生) <input type="checkbox"/> 全面的(変状が構造物全体にある) <input type="checkbox"/> なし	
	漏水・湧水・背面土砂の吸出し	<input type="checkbox"/> 部分的(施設の一部のみで発生) <input type="checkbox"/> 全面的(変状が構造物全体にある) <input type="checkbox"/> なし	
	不同沈下	<input type="checkbox"/> 部分的(施設の一部のみで発生) <input type="checkbox"/> 全面的(変状が構造物全体にある) <input type="checkbox"/> なし	
(底面)	侵食・洗掘	<input type="checkbox"/> 部分的(施設の一部のみで発生) <input type="checkbox"/> 全面的(変状が構造物全体にある) <input type="checkbox"/> なし	
地盤変形	背面土の空洞化	<input type="checkbox"/> 局所的(施設の一部のみで発生) <input type="checkbox"/> 全面的(変状が構造物全体にある) <input type="checkbox"/> なし	
	周辺地盤の陥没・ひび割れ	<input type="checkbox"/> 局所的(施設の一部のみで発生) <input type="checkbox"/> 全面的(変状が構造物全体にある) <input type="checkbox"/> なし	
	掘り上げ(目視)	<input type="checkbox"/> 20cm未満 <input type="checkbox"/> 20cm以上50cm未満 <input type="checkbox"/> 50cm以上 <input type="checkbox"/> なし	(mm)
目地の変状	目地の開き	<input type="checkbox"/> 全体的(変状が構造物全体にある) <input type="checkbox"/> 局所的(施設の一部のみで発生) <input type="checkbox"/> なし	(mm)
	段差	<input type="checkbox"/> 全体的(変状が構造物全体にある) <input type="checkbox"/> 局所的(施設の一部のみで発生) <input type="checkbox"/> なし	(mm)
	止水板の破断	<input type="checkbox"/> あり <input type="checkbox"/> なし	(箇所)
	漏水の状況	<input type="checkbox"/> 漏水、滲出し、滴水 <input type="checkbox"/> 流水、噴水 <input type="checkbox"/> なし	(箇所)
	周縁コンクリートの欠損等	<input type="checkbox"/> 全体的(変状が構造物全体にある) <input type="checkbox"/> 局所的(施設の一部のみで発生) <input type="checkbox"/> なし	(箇所)

表 2-15 その他開水路（ライニング水路）の現地調査票（定点調査【様式1】）の例

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. + ~No. +		
劣化要因の推定（劣化要因推定表による）	劣化要因	特記事項（可能性のある劣化要因等）		
	化学的腐食			
	疲労			
	摩耗・風化			
外部要因				
調査部位	規格	調査施設概要図		
データ整理	スケッチ	<input type="checkbox"/> あり <input type="checkbox"/> なし	No.	
	写真	<input type="checkbox"/> あり <input type="checkbox"/> なし	No.	
変 状 項 目		変 状 の 状 態 ・ 程 度		
構造物自体の変状	コンクリート部材の劣化	<input type="checkbox"/> 部分的（施設の一部のみで発生）	<input type="checkbox"/> 全面的（変状が構造物全体にある） <input type="checkbox"/> なし	
構造物自体の変状（法面）	法面の沈下・変形	<input type="checkbox"/> 見通しによりやや変状あり	<input type="checkbox"/> 見通しにより明らかに変状あり <input type="checkbox"/> 変状なし	
	コンクリートライニングの割れ・剥がれ、パネルのズレ・緩み・欠損	<input type="checkbox"/> 部分的（施設の一部のみで発生）	<input type="checkbox"/> 全面的（変状が構造物全体にある） <input type="checkbox"/> なし	
	漏水・湧水	<input type="checkbox"/> 漏水跡、滲出し、滴水	<input type="checkbox"/> 流水、噴水 <input type="checkbox"/> なし	
（底面）	侵食・洗掘・ライニングの亀裂	<input type="checkbox"/> 部分的（施設の一部のみで発生）	<input type="checkbox"/> 全面的（変状が構造物全体にある） <input type="checkbox"/> なし	
	底版の浮き上がり	<input type="checkbox"/> 局所的（施設の一部のみで発生）	<input type="checkbox"/> 全面的（変状が構造物全体にある） <input type="checkbox"/> なし	
地盤変形	周辺地盤の沈下・ひび割れ・陥没	<input type="checkbox"/> 局所的（施設の一部のみで発生）	<input type="checkbox"/> 全面的（変状が構造物全体にある） <input type="checkbox"/> なし	
目地の変状	目地の開き	<input type="checkbox"/> 全体的（変状が構造物全体にある）	<input type="checkbox"/> なし	
		<input type="checkbox"/> 局所的（施設の一部のみで発生）	<input type="checkbox"/> (mm)	
	漏水の状況	<input type="checkbox"/> 漏水跡、滲出し、滴水	<input type="checkbox"/> なし	
		<input type="checkbox"/> 流水、噴水	<input type="checkbox"/> (箇所)	
合流工・分水工等附帯構造物取付部の変状（段差・抜け上がりなど）		<input type="checkbox"/> あり	<input type="checkbox"/> なし	

表 2-16 その他開水路（無ライニング水路）の現地調査票（定点調査【様式 1】）の例

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. + ~ No. +	
劣化要因の推定 (劣化要因推定表による)	劣化要因		特記事項(可能性のある劣化要因等)
	外部要因		
調査部位	規格	調査施設概要図	
データ整理	スケッチ	<input type="checkbox"/> あり <input type="checkbox"/> なし	No.
	写真	<input type="checkbox"/> あり <input type="checkbox"/> なし	No.
変 状 項 目		変 状 の 状 態 ・ 程 度	
構造物自体の変状 (法面)	法面・護岸の崩壊・崩落	<input type="checkbox"/> 部分的(施設の一部のみで発生)	<input type="checkbox"/> 全面的(変状が構造物全体にある) <input type="checkbox"/> なし
	水路外への漏水・湧水(築堤区間)	<input type="checkbox"/> 漏水跡、滲出し、滴水	<input type="checkbox"/> 流水・噴水 <input type="checkbox"/> なし
(底面)	侵食・洗掘	<input type="checkbox"/> 部分的(施設の一部のみで発生)	<input type="checkbox"/> 全面的(変状が構造物全体にある) <input type="checkbox"/> なし
地盤変形	周辺地盤のひび割れ・陥没	<input type="checkbox"/> 局所的(施設の一部のみで発生)	<input type="checkbox"/> 全面的(変状が構造物全体にある) <input type="checkbox"/> なし
附帯構造物取付境界部の変状	漏水の状況	<input type="checkbox"/> 漏水、滲出し、滴水	<input type="checkbox"/> なし
		<input type="checkbox"/> 流水、噴水	(箇所)
	合流工・分水工等附帯構造物取付部の変状(段差・抜け上がりなど)	<input type="checkbox"/> あり	<input type="checkbox"/> なし

表 2-17 開水路の現地調査票（定点調査【様式 2】）の例

点検担当者の主観的な評価	
対策の必要性	1. 対策必要有（以下から選択） <input type="checkbox"/> 早急に詳細調査を実施し、補修対策を実施する必要有り。 <input type="checkbox"/> 詳細調査を実施し、対策の必要有無を検討するのが望ましい。 <input type="checkbox"/> 緊急の対策、調査は必要ない。 <input type="checkbox"/> 2. 対策必要無し 【特記事項】
想定される 主な劣化要因 複数指定可	【劣化要因】 <input type="checkbox"/> 1.初期欠陥 <input type="checkbox"/> 2.アルカリ骨材反応 <input type="checkbox"/> 3.凍害 <input type="checkbox"/> 4.化学的腐食 <input type="checkbox"/> 5.疲労 <input type="checkbox"/> 6.摩耗・風化 <input type="checkbox"/> 7.過荷重(地震含む) <input type="checkbox"/> 8.近接施工 <input type="checkbox"/> 9.支持力不足 <input type="checkbox"/> 10.外力(緩み土圧、塑性土圧、偏圧) <input type="checkbox"/> 11.その他 【特記事項】
想定される 劣化過程評価	【劣化過程】 <input type="checkbox"/> ; 潜伏期 <input type="checkbox"/> ; 進展期 <input type="checkbox"/> ; 加速期 <input type="checkbox"/> ; 劣化期 【特記事項】

(6) 調査頻度

機能診断の実施時期と頻度は、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、調査に要する経費を加味して検討を行う。

また、劣化の進行がほとんど見られない施設であっても、将来の劣化を予測するために一定期間ごとに調査を行うことが必要である。

第3章 機能診断評価

3.1 機能診断評価の視点

機能診断評価は、機能診断調査の結果から施設の性能低下状態やその要因を把握するとともに、施設・設備の健全性を総合的に把握するために行う。

【解説】

機能診断評価は、機能保全計画を策定するために必要となる施設・設備の性能低下について、その状態と要因を把握するために実施する。また、施設・設備の状態から開水路が総合的にどの程度の健全性を有するかについて評価を行うために実施する。

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・損傷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

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。

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。

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。

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3-1 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	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	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 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	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 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 (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	コンクリートや鉄筋の断面が一部で欠損している状態 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、また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、施設の改築が必要な状態	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 補強で対応するよりも、改築した方が経済的に有利な状態 (劣化過程は、劣化期)	改築

* 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、重要度や影響度、劣化要因、劣化の進行性等に応じ検討するものとする。

表3-2 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	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	軽微なひび割れがみられる 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 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 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) 鋼矢板にサビ層の剥離がみられる	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	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 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 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)がみられる 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) 鋼矢板に開孔がみられる	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	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。 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、柵きよ・矢板 の崩壊、転倒には至っていない 柵きよ・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、または 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 改築が必要な状態	S-2の症状がさらに進んだ状態で、柵きよ ・矢板が転倒あるいは損壊している (劣化過程は、劣化期)	改築

* 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、重要度や影響度、劣化要因、劣化の進行性等に応じ検討するものとする。

3.2 施設の健全度評価

開水路の健全度の評価は、水路形式、布設条件等を踏まえて、施設の性能低下に関する要因とその評価区分を設定した施設状態評価表を用い、機能診断調査の結果により行う。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、水路形式や布設条件等を踏まえて、施設ごとの性能低下に関する要因とその評価区分を設定した施設状態評価表を作成する。

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3-3～表3-5に示す。

この基本例のほか、必要に応じて評価項目の追加や評価区分の設定を行う。なお、この施設状態評価表は、現場での実践と基礎的なデータ蓄積を踏まえた更なる検討を踏まえ、必要となれば一定期間の後、見直しを行う。

施設状態評価表を用いて、調査地点ごとに、変状要因から主要因別評価、主要因別評価から施設状態評価を行う際には、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、その後の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、これらを考慮して評価してもよいが、その場合においてはどのような考え方にに基づき、そのような評価を行ったのかなどについて、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 3-3 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							
施設調査番号		評価者							
施設の状態		(測点等)							
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	構造物自体の変状	ひび割れ	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 [0.2 - 0.6mm] 0.2 - 1.0mm	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 [0.2 - 0.6mm] 0.2 - 1.0mm	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 [0.2 - 0.6mm] 0.2 - 1.0mm	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もしくは斜めのひび割れ 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 [0.2 - 0.6mm] 0.2 - 1.0mm	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			ひび割れ密度 (ひび割れ幅 0.2mm以上) 50cm ² /m ² 以上	S-3に該当するものが 全体的 又は			
		ひび割れ付随物 (析出物・錆汁・浮き)	無		有				
		ひび割れからの漏水	無		滲出し、漏水跡、滴水	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				
	剝離・剝落	無	部分的	全体的					
	析出物(ワロレックス・ゲルなど) (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	粗骨材剝落					
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/mm2の場合	21N/mm2以上 (設計基準強度比 100%以上)	15 - 21N/mm2 (設計基準強度比75% 以上100%未満)	15N/mm2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				
	構造物周辺の 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	20 - 50cm	50cm以上			
その他の 要因	構造物付随物 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				

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、+又は+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) 「1ランクダウン」については、1変状項目あたり1回のみの有効であり、複数の「1ランクダウン」があってもランクダウンは1階級のみとする。
 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、これらを考慮して評価する。

表 3-4 無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							
施設名		評価者							
定点調査番号		調査地点 (測点等)							
施設の状況									
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	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 0.2 - 5.0mm	最大ひび割れ幅 5.0mm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 0.2 - 5.0mm	最大ひび割れ幅 5.0mm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 0.2 - 5.0mm	最大ひび割れ幅 5.0mm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もしくは斜めのひび割れ 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 0.2 - 5.0mm	最大ひび割れ幅 5.0mm以上	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		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 又は			
		ひび割れ付随物 (析出物、浮き)		無		有			
		ひび割れからの漏水		無		滲出し、漏水跡、滴水 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(ワックス、ケールなど) (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					
		摩耗・すりへり	細骨材露出	粗骨材露出	粗骨材剥落				
	圧縮強度		反発強度法(圧縮強度換算) 設計強度 18N/mm ² の場合						
			18N/mm ² 以上 (設計基準強度比 100%以上)	13 - 18N/mm ² (設計基準強度比75% 以上100%未満)	13N/mm ² 未満 (設計基準強度比75% 未満)				
外部要因	転倒・滑動	構造物の転倒・滑動(背面土圧)		無	局部的	全体的			
	浮上	底版の浮き上がり(地下水・浮力)		無	局部的	全体的			
	欠損・損傷	欠損・損傷の有無		無	局部的	全体的			
	不同沈下	構造物の沈下、蛇行(地盤耐力)		無	局部的	全体的			
	地盤変形	背面土の空洞化		無	局部的	全体的			
		周辺地盤の 陥没・ひび割れ		無	局部的	全体的			
		抜け上がり		無	20cm未満	20 - 50cm 50cm以上			
その他の 要因	目地の 変状	目地の開き		無	局部的	全体的			
		段差		無	局部的	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	局部的	全体的			

注1) ひび割れの規模に係る評価区分S-3は、+又は+を満たす場合に該当する。
 注2) 「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3) 「1ランクダウン」については、1変状項目あたり1回のみ有効であり、複数の「1ランクダウン」があってもランクダウンは1階級のみとする。
 注4) 圧縮強度の調査は必要に応じて実施する。
 注5) 「地盤変形」などにおける「局部的」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6) 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7) 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8) 構成要素の総合評価は、定点調査の結果を踏まえ、施設の総合的な評価を行う際の実施するものとする。
 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、これらを考慮して評価する。

表 3-5 その他開水路（矢板型水路（柵きよ含む））の施設状態評価表

地区名		施設名		評価年月日		評価者		
定 点 調 査 番 号		調 査 地 点		測 点 等				
施 設 の 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	構造物自体	鋼板の腐食		表面的な腐食	さび層の剥離あり	開孔あり		
		コンクリート部材（柵渠、コクリート矢板）の劣化（ひび割れ・鉄筋露出・損傷など）		無	部分的	全体的		
外部要因	構造物自体の変状	側壁	矢板・柵きよの天端（笠コクリート）の沈下・ズレなど	確認されない	5cm未満又は見通しによりやや沈下・変位あり	5cm以上又は明らかに沈下・変位あり	S-3が全体的	
			矢板・柵きよの亀裂・折損・損傷・欠損・ゆるみ（外部要因によるもの）	無		部分的	全体的	
			切梁・腹起こしの変状	確認されない	塗装の劣化あり、ひび割れあり	断面欠損あり、たわみあり	座屈あり	
			漏水・湧水 土砂の吸い出し	無	部分的	全体的		
	水路底面	侵食・洗掘 矢板の露出		無	部分的	全体的		
		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	20～50cm	50cm以上		
その他の要因	構造物付随物の変状	附帯構造物の取付境界部・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		
		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		
		合流工・分水工等附帯構造物取付部の変状（段差、抜け上がりなど）		無		有		

注1) 「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2) 「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3) 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4) 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5) 構成要素の総合評価は、定点調査の結果を踏まえ、施設の総合的な評価を行う際の実施するものとする。
 注6) 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、これらを考慮して評価する。

表3-6 その他開水路（コンクリートブロック積水路・石積水路）の施設状態評価表

地区名		施設名		評価年月日		評価者				
定 点 調 査 番 号		評 査 地 点		評 査 日 期		評 査 者 氏 名				
施設の状態		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		
外部要因	構造物自体の変状	側壁	ブロックのズレ・緩み・欠損・亀裂	無	部分的	全体的				
			ブロックの滑動・転倒(傾倒)・はらみ	無		部分的				全体的
		漏水・湧水 背面土砂の吸出し	無	部分的	全体的					
		不同沈下	無	部分的	全体的					
	水路底面	侵食・洗掘	無	部分的	全体的					
	構造物周辺の変状	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	20～50cm	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					

注1) 「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2) 「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3) 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4) 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5) 目地を有する場合には、目地の変形を評価する。
 注6) 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、これらを考慮して評価する。

表3-7 その他開水路（ライニング水路）の施設状態評価表

地区名		施設名		評価年月日				
定点調査番号		評価者		調査地点				
施設の状態		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	構造物自体	コンクリート部材(コンクリートライニング、コンクリートパネル)の劣化(ひび割れ、剥離、損傷など)		無	部分的	全体的		
	外部要因	法面	法面の沈下・変形	確認されない	見通しによりやや変状あり	見通しにより明らかに変状あり		
コンクリートライニングの割れ、剥がれ パネルのズレ・緩み・欠損			無	部分的	全体的			
漏水・湧水			無	漏水跡、滲出し、滴水	流水、噴水			
水路底面		侵食・洗掘 ライニングの亀裂	無	部分的	全体的			
		底面の浮き上がり	無		局所的	全体的		
周辺地盤の変状	地盤変形	周辺地盤の沈下・ひび割れ・陥没	無	局所的	全体的			
その他の要因	構造物付随物の変状	附帯構造物の取付境界部・目地の開き	無	局所的	全体的			
		漏水の状況	無	漏水跡、滲出し、滴水	流水、噴水			
		合流工・分水工等附帯構造物取付部の変状(段差、抜け上がりなど)	無		有り			

- 注1) 「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2) 「地盤変形」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3) 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4) 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5) 構成要素の総合評価は、定点調査の結果を踏まえ、施設の総合的な評価を行う際に実施するものとする。
 注6) 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、これらを考慮して評価する。

表3-8 その他開水路（無ライニング水路）の施設状態評価表

地区名		施設名		評価年月日				
定点調査番号		評価者		調査地点				
施設の状態		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
外部要因	構造物自体の変状	法面	法面・護岸の崩壊・崩落	無	部分的	全体的		
			水路外への漏水・湧水(築堤区間)	無		漏水跡、滲出し、滴水	流水、噴水	
	水路底面	侵食・洗掘	無	部分的	全体的			
周辺地盤の変状	地盤変形	周辺地盤の沈下・ひび割れ・陥没	無	局所的	全体的			
その他の要因	構造物付随物の変状	附帯構造物の取付境界部の変状	漏水の状況	無	漏水跡、滲出し、滴水	流水、噴水		
		合流工・分水工等附帯構造物取付部の変状(段差、抜け上がりなど)	無		有り			

- 注1) 「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2) 「地盤変形」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3) 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4) 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5) 構成要素の総合評価は、定点調査の結果を踏まえ、施設の総合的な評価を行う際に実施するものとする。
 注6) 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、これらを考慮して評価する。

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、着目する性能管理指標が必要な範囲に留まるよう、その性能低下予測から技術的、経済的に実施可能と考えられる対応方針を複数仮定し、これらに要する機能保全コストの比較等を行い策定する。

【解説】

機能保全計画は、機能診断調査・評価の結果を踏まえ、可能な範囲で性能低下予測を行った上で作成することを基本とする。この際、着目する性能指標を検討対象期間に管理水準の範囲に留めることができるよう対応方針を複数仮定し、経済性等の比較検討を行うことで、適切な計画策定とすることが重要である。

無筋コンクリート開水路やその他開水路は、外部要因による損傷や破損が性能低下の原因になる場合があり、機能診断や性能低下予測が困難な場合が多い。この場合においては、施設の監視を当面の内容とした機能保全計画とし、次回以降の機能診断を通じて、精度を高めていくことが必要となる。

なお、事故発生の危険度が高く早急に対策を検討する施設や、危険度が低く事後保全を前提とした継続監視を行っていきと判断された施設は、性能低下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。

開水路の機能保全計画の策定プロセスを図4-1に示す。

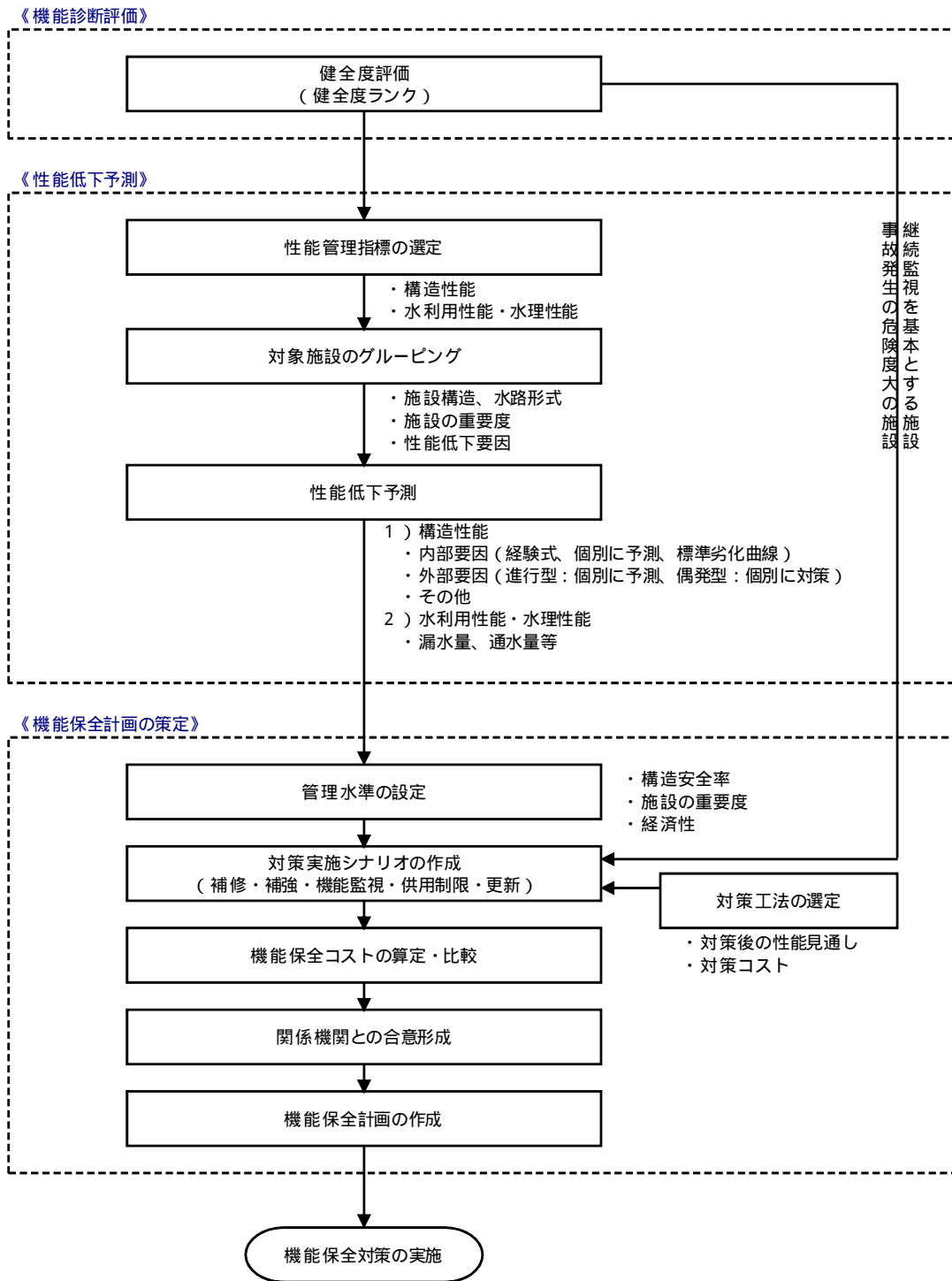


図 4-1 機能保全計画の策定プロセス

4.2 対象施設のグルーピング

性能低下予測と対策工法の検討を行うため、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が類似する施設群ごとに、対象施設を分類してグルーピングする。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、性能低下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、性能低下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。グルーピングの分類の視点のうち、施設構造、健全度、劣化要因の3つは必要最小限の要素となる。

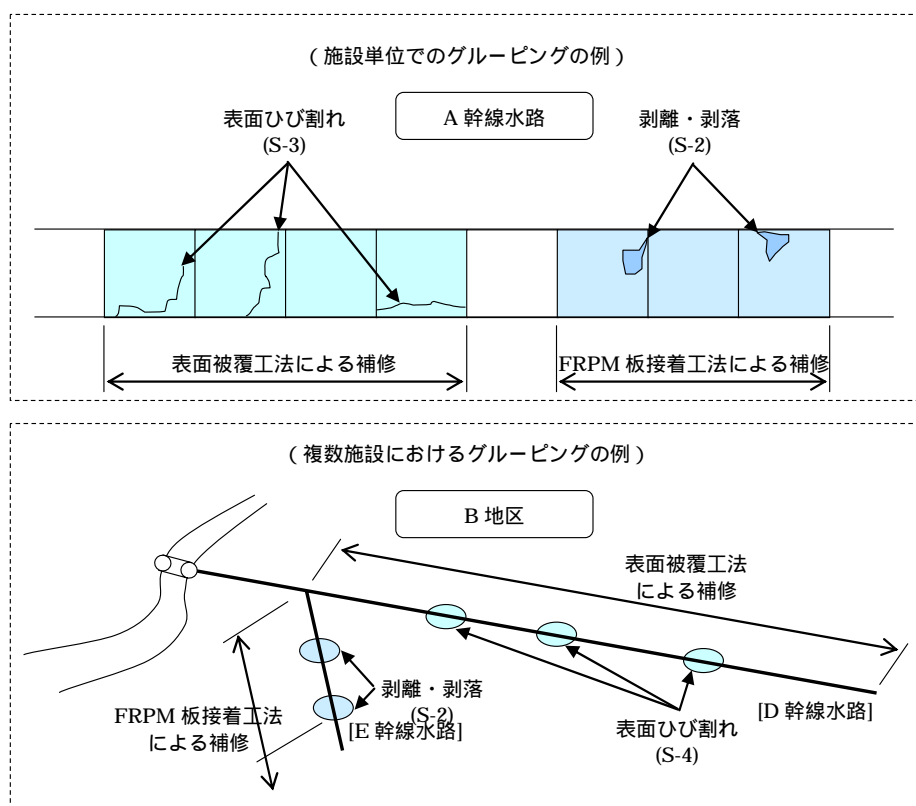


図 4-2 グルーピングの例

【参考】グルーピングの具体例

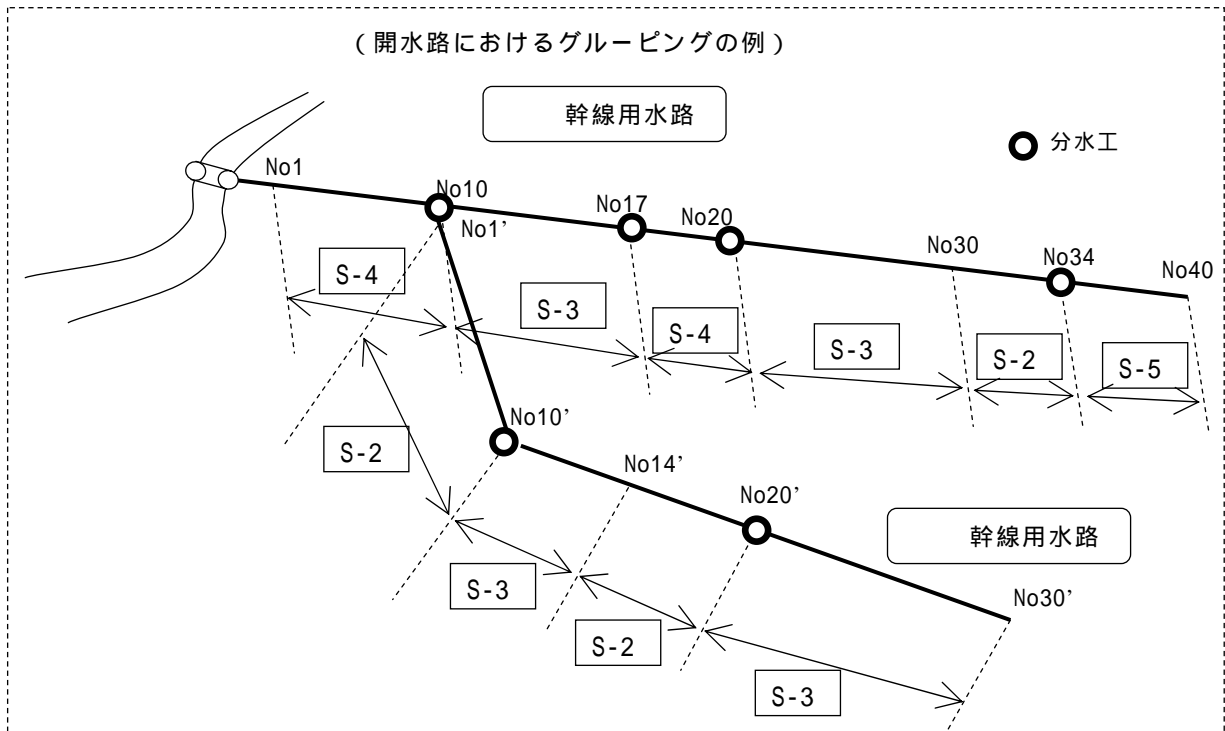


表 4-1 グルーピングの具体例

[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
幹線水路	No 1 ~ 9	S-4	80	2
(鉄筋コンクリート開水路)	9 ~ 17	S-3	80	3
	17 ~ 21	S-4	40	2
	21 ~ 30	S-3	90	3
	30 ~ 34	S-2	40	4
	34 ~ 40	S-5	60	1
幹線水路	No 1 ~ 10	S-2	90	20
(無筋コンクリート開水路)	10 ~ 14	S-3	40	10
	14 ~ 20	S-2	60	20
	20 ~ 30	S-3	100	10

[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)
幹線水路			幹線水路		
1	S-5	60	10	S-3	140
2	S-4	120	20	S-2	150
3	S-3	170			
4	S-2	30			

4.3 性能低下予測

性能低下予測は、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、その他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、これに基づく性能低下予測を行う。

【解説】

機能保全計画は、検討対象期間（40年を基本）にわたる性能指標について管理するものであるため、機能保全計画を検討するに当たっては、現状の施設に関する性能低下予測を行うことが必要となる。

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。その他の要因や複合的な要因によるものについては、ア)地盤沈下や施設の変形など立地環境ごとに荷重などの外部条件が大きく異なる場合には、過年度の状況変化についての情報をもとに推定する方法、イ)外部条件に係るデータが不足しているため推定が困難な場合には、経過観察によって状況変化を把握した上で推定する方法等、それぞれの要因に適した方法を選定することが必要である。

1. 要因ごとの性能低下予測

(1) 内部要因

ア. 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、これを用いて性能低下予測を行う。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](2007年)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/m^3)

C_i : 初期含有塩化物イオン濃度 (kg/m^3)

C_0 : 表面における塩化物イオン濃度 (kg/m^3)

D : 塩化物イオンの見かけの拡散係数 ($\text{cm}^2/\text{年}$)

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)

イ．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もとに、個別に性能低下を予測する。

ウ．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性能低下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性能低下の履歴から統計的に予測するなどの手法を用いる。

【参考】標準劣化曲線について

機能診断の履歴がなく、性能低下を予測する手段がない場合には、全国的な過去の施設診断の結果を統計処理し、標準的な性能低下曲線を描いた後、個々の施設機能診断の結果をもとにこれを補正して推定する方法を用いる。

具体的には、これまでに相当数のデータが蓄積されている広域基盤整備計画調査での施設診断結果を用い、最もデータ量の多い鉄筋コンクリート開水路についての標準劣化曲線（単一劣化曲線モデル）を設定する。現時点では、データの制約から開水路以外の設定は困難であるため、施設の特質や立地条件等を踏まえて、鉄筋コンクリート開水路の標準劣化曲線の平均耐用年数を修正する補正を行うなどの方法により、所要の標準曲線を設定する。

なお、標準劣化曲線の設定については、今後のストックマネジメントの実践とデータの蓄積を踏まえて、改善を行うこととしている。

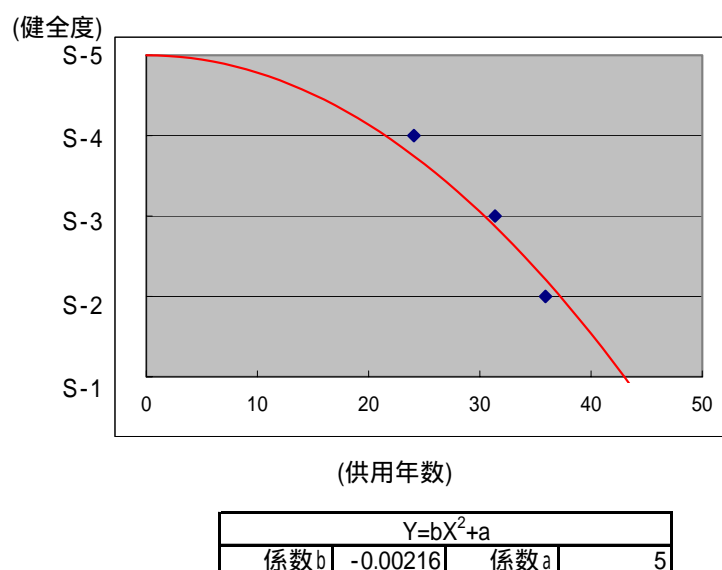


図 4-3 2次関数による回帰計算の劣化曲線（鉄筋コンクリート開水路の例）

(2) 外部要因

ア．地震など偶発的な外力による変形・変位・損傷等

地震などによる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、内部要因に関する検討方法により性能低下予測を行う。

イ．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もとに、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、個別に性能低下への影響を予測する。

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聞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) その他の要因

その他の要因としては、例えば、目地の劣化があげられる。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可能性があることから、コンクリートと区分して性能低下予測を行う。

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、着目する管理指標が必要な範囲に収まるよう、その性能低下予測から技術的・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合せ(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を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、性能低下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性能低下予測は、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。

全面的な改築の場合には、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、特に性能低下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、当該性能低下予測の信頼性(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、現時点で何らかの対策が必要であると判断することも視野に入れる。

4.4.2 対策工法選定にあたっての留意事項

開水路に適用する対策工法には様々なものがあり、実績が少なく信頼性に乏しいものもあることから、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、経済性、耐用年数、仮設も含めた施工性、維持管理のしやすさなどを十分吟味して適切に選定する。

【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。

対策工法の選定にあたっては、対策工事に要求する性能（耐用年数、強度など）だけでなく、当該工法の劣化の特性、施工性、経済性、維持管理の容易さなど、総合的な判断を行うことが必要である。

開水路に適用される保全対策工法選定にあたっての留意点は、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、各劣化機構に共通した対策工法を選択する、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、対策工法の選定にあたっては、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あたっては、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。

(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。

【参考】代表的な対策工法の例

開水路の機能保全に適用される代表的な工法例を以下に示す。なお、新技術の中には、他の分野で開発され、実用化されたものがあるが、対象とする工種の特性の相違から、そのまま適用できない場合があるので注意が必要である。

(1) コンクリート補修・補強工法

表面処理工法(表面被覆工法、含浸工法)

ポリマーセメント系の材料には、コンクリートよりも透水性が高いものもあることから、凍害の表面被覆工法には適さない場合がある。

表面被覆材は、付着性(表面被覆材に求められる付着強さ)、ひび割れ追従性、耐摩耗性によって評価分類される。

ひび割れ補修工法(表面塗布工法、注入工法、充填工法)

ひび割れ幅、ひび割れの進行性に応じて工法、材料を選定する。

落水後しばらくの期間はひび割れの中に水分が残留するので、落水後すぐに施工する場合には、接着性を確保する観点からどの材料を選定するか検討が必要である。

施工性の確保において、外気温により材料の硬化性が異なるので、施工条件に合致した材料を選定する必要がある。

一般にひび割れ幅 0.5mm 未満であれば注入工法、0.5mm 以上であれば充填工法を採用している事例が多い。なお、Vカット充填工法は端部から水が浸透しやすく充填材が剥離などを起こしやすいので近年はUカットを採用する場合も多い。

断面修復工法(左官工法、吹付工法、充填工法)

施工法により最小厚さが異なること、補修面積、施工の方向を考慮して工法を選定する。内部に空隙を残さないことに留意する。また、損傷部分を除去する際には、健全な部分に損傷を与えないよう工法を選定することが必要である。

現状では、水中で断面修復する工法は開発されていないため、施工は気中で行うことが基本となる。

目地補修工法

現状では水中で施工する工法は開発されていないため、施工は気中で行うことが基本となる。

接着工法（鋼板接着工法、パネル接着工法、連続繊維シート接着工法）

工法によってひび割れ補修の必要が生じる（パネル接着工法においてひび割れを伴う部材）。

鋼板接着工法、パネル接着工法では、水路断面は縮小するが粗度係数が小となる材料が多いため、通水量は一般に確保されることとなる。しかし、流速が増加することにより分水性能等が低下する場合もあるので、採用の際には水利用性能、水理性能の確認が必要である。

打換え工法（打換え工法、増厚工法）

過度に配筋すると打換え部に隣接する元の部材が構造的な弱部となり元の部材に損傷が発生するおそれが生じる。

打継面の処理が不完全であると漏水等が生じ再損傷に至るおそれが生じる。

既設の部材が取り壊し可能か否かを判断することが重要となる。

環境との調和に配慮した工法の検討

開水路における環境との調和に配慮した工法を検討するにあたっては、「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（平成 18 年 3 月）」等を参照して検討する。

（２）コンクリート補修工法選定に当たっての留意事項

なお、コンクリート補修工法に使用される材料には、セメント、ポリマーセメントなどの無機系と、エポキシ樹脂、ポリエステル樹脂などの有機系に大別される。各種対策工法、材料選定に当たっては、その種類と基本的な特性を理解しておく必要がある。

また、補修後の早期再変状の発生を防止するため、例えば、表面処理工法の工法選択に当たっては、ひび割れ追従性や流水・土砂に対する耐摩耗性等について検討することが必要である。

4.4.3 関係機関との合意形成

機能保全コストの比較により算定された最適なシナリオを基本に、関係者(土地改良区、関係行政機関等)の意向や意見を踏まえるというプロセスを経て、機能保全計画を策定する必要がある。

【解説】

対策を実施する上で複数の工法について比較検討する場合は、機能保全コストの比較に基づく経済性評価に加え、工法の適用条件、技術的信頼性、施設管理者の意向等を総合的に勘案し、最適な工法を選択する。

関係機関等との調整プロセスにおいて、想定したシナリオ以外の手法の検討が必要と判断される場合には、シナリオ設定の段階からの検討を再度行う必要がある。

(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 09「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ないものではない。