

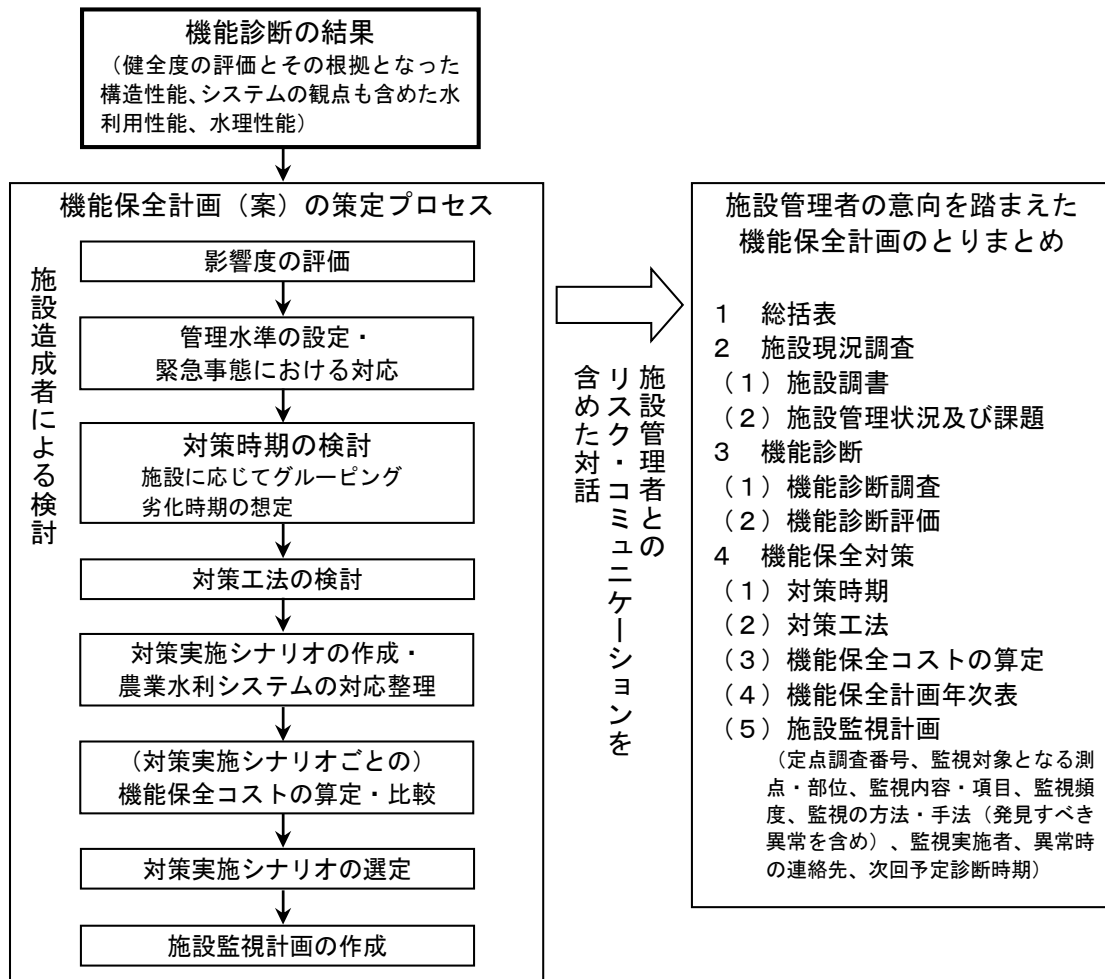
6 機能保全計画

機能保全計画は個別施設ごとに策定するものであり、施設造成者が、機能診断の結果に基づき、施設管理者の意向を踏まえて、(1)施設現況調査、(2)機能診断、(3)機能保全対策についてそれぞれ取りまとめる。

機能保全計画は、機能保全コストが最も経済的となるシナリオが選定できるよう整理することを基本とするが、当該施設の機能が停止したときの影響度など施設の有するリスクや対策工法の検討に当たって配慮すべき事項、施設管理についての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。

【解説】

ア 施設造成者は、適期に機能診断を実施し、図2-17に示すプロセスを経て、機能保全計画（案）を作成する。施設造成者は、作成した機能保全計画（案）をもとに施設管理者や関係機関とリスク・コミュニケーションを含む対話を通じて施設の現状を共有し、機能保全の方向性について意識を統一した上で、実行性のある機能保全計画を策定する必要がある。その際、対象施設が含まれる農業水利システム全体の機能保全の方向性についても記録する。



【図2-17 機能保全計画の策定プロセス】

(1) リスク管理

農業水利施設では、施設の劣化や偶発的な外力などの要因で、施設が損壊・故障することによる基本機能の停止、農業者の減少や高齢化による管理要員の減少、財源不足等のため、機能保全対策が計画どおりに行われないことによる機能の低下のほか、機能停止などによる二次被害や第三者被害等の発生などのリスクが考えられる。これらのリスクに対し、機能停止を招かないこと又は機能停止しても早期に回復してその影響を最小限に抑えることが求められる。

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やリスク・コミュニケーションにより施設管理者の意向を踏まえた機能保全計画の策定が重要である。

【解説】

ア 東日本大震災や部材劣化によるトンネル事故等を契機に、社会資本の耐震化対策、老朽化対策の実施等によるリスク管理の重要性が改めて認識されたところである。

イ 「食料・農業・農村基本計画」（令和2年3月閣議決定）では、「農業者の減少や高齢化、農業水利施設の老朽化等が進行する中、基幹から末端に至る一連の農業水利施設の機能を安定的に発揮させ、次世代に継承していくために、施設の点検、機能診断、監視等を通じた適切なリスク管理の下で計画的かつ効率的な補修、更新等を行うことにより、施設を長寿命化し、LCCを低減する戦略的な保全管理を徹底して推進する。」とされている。

ウ こうした背景から、ストックマネジメントにおいても「リスク管理」の強化が求められているところである。

エ 農業水利施設のリスクとしては、劣化や偶発的な外力などの要因により施設の崩壊や突発事故などの事象が発生し、農業面では基本機能（水利用機能等の施設機能や営農活動等）に与える影響、農業以外の面では人命・財産への影響や地域の経済活動への影響などが想定される。

オ 農業水利施設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自らの責任において分析・評価する。また、その結果をもとに、施設管理者とのリスク・コミュニケーションを通じ、施設管理者の意向を踏まえた機能保全計画を策定した上で、その計画に基づいた施設監視、機能保全対策の実施等によってリスク対応を図ることが基本となる。

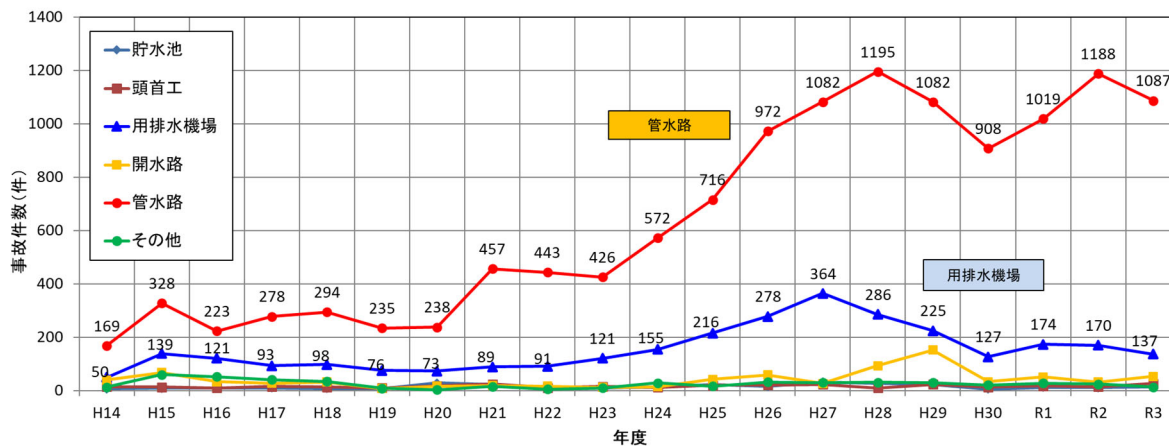
カ 施設が保有するリスクは、施設の有する基本機能や周辺環境、社会的影響等により施設ごとに大きく異なることに留意した上で、考慮すべきリスクを要因、事象及び結果の組合せ等を考慮して特定する。

キ その際、施設単位でとらえるだけでなく、施設構造（例えば管種）、造成時期、重要施設との近接などの視点で局所的に有するリスクも洗い出し、その対応方策について施設管理者と共有しておく必要がある。

ク リスクの認識共有には、施設単位、あるいは当該施設に至る一連の農業水利システムの機能を可視化するシミュレーションが有効な場合もある。設計時に構築したシミュレーションの再利用を含め検討する。

【参考】農業水利施設の突発事故発生状況

農業水利施設の突発事故の件数を工種別にみると、約7割が管水路、約2割が用排水機場において発生している。例えば、管水路においては、事故の発生箇所（本管、分岐管、付帯施設かなど）、復旧資材の調達や復旧工事の難易度などにより、復旧作業時間が左右される。事故シミュレーションを行う際には、こうした事情も考慮しつつ、具体的な検討を行うことが望ましい。



【図2-18 農業水利施設の突発事故発生状況】

(2) 影響度と管理水準の考え方

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、施設が機能停止した場合の影響度を評価する。影響度は、農業及び農業以外に与える影響を総合的に評価するとともに、適切な管理水準の考え方と照らし合わせて決定する。

【解説】

ア 施設が機能停止した場合の影響度は、農業面と農業以外の面（施設周辺環境等）に与える影響を総合的に評価するものであり、個別施設の実情を踏まえ、定性的又は定量的な判断から評価・区分を行う。

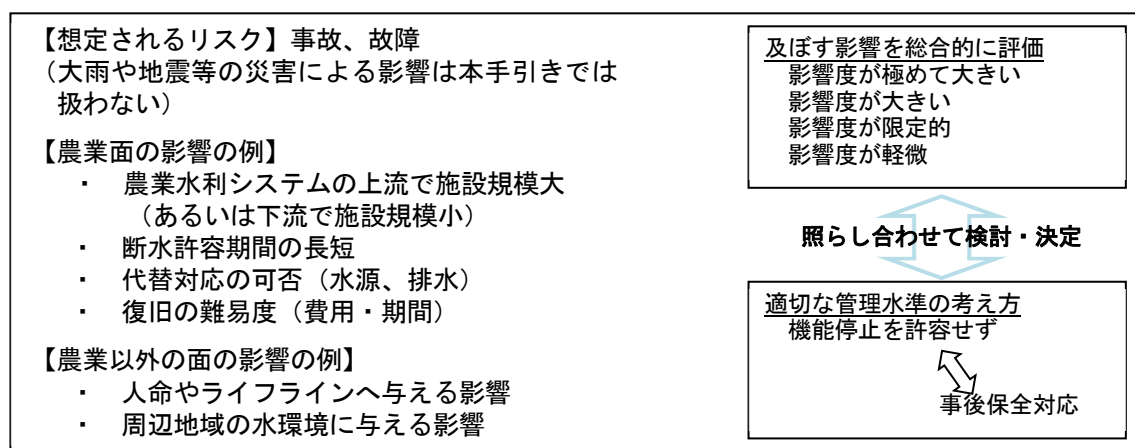
イ 具体的には、農業面では農業への影響（施設規模、断水許容の可否、代替水源の有無等）や復旧の難易度（費用・期間）を、農業以外の面では住宅地、公共機関等の周辺施設の立地条件から、事故が起こった場合の被害や機能停止による通水停止又は排水停止が周辺地域の水環境に与える影響等を踏まえて評価することができる。なお、農業以外の面に与える影響から評価した場合、例えば、以下に該当する施設は影響度が大きい施設に区分される。

- ① 施設周辺に主要道路や鉄道、人家等があり、人命・財産等への影響が大きいもの
- ② 上水・工水・発電との共同施設であり、社会的に与える影響が大きいもの
- ③ 地域の経済活動や生活機能への影響が大きいもの

ウ 適切な管理水準の考え方として、機能停止が及ぼす影響が極めて大きいと判断される施設については、原則として、機能停止を許容せず、高い管理水準の設定や機能診断の頻度や施設監視を密に行う等の対策を講じる。一方、影響が軽微と判断される施設については、施設管理者による速やかな機能回復が可能であることを前提に、予防保全ではなく、施設管理者とリスク・コミュニケーションを図った上で事後保全とすることも考えられる。

エ 大雨や地震等の災害による影響は、防災上の観点から別で扱われるべきであることから、本手引きでは扱わない。

そのため、「影響度」は、土地改良事業計画設計基準や土地改良事業設計指針「耐震設計」に示されている「重要度区分」とは異なる。



【図2-19 影響度の評価のイメージ】

オ 影響度の評価に当たっては、災害を引き起こすような大雨や地震等を想定した設計及び対策の有無、業務継続計画（以下「BCP」という。）における被害想定とリスク評価の内容や対応優先施設の選定等の項目を参考として良いが、機能保全として本手引きで想定するリスクと災害によるリスクとでは、被害の広がり、活用できる資源の違いなどがあることに留意する。

【表 2－17 機能保全と災害対応の相違点】

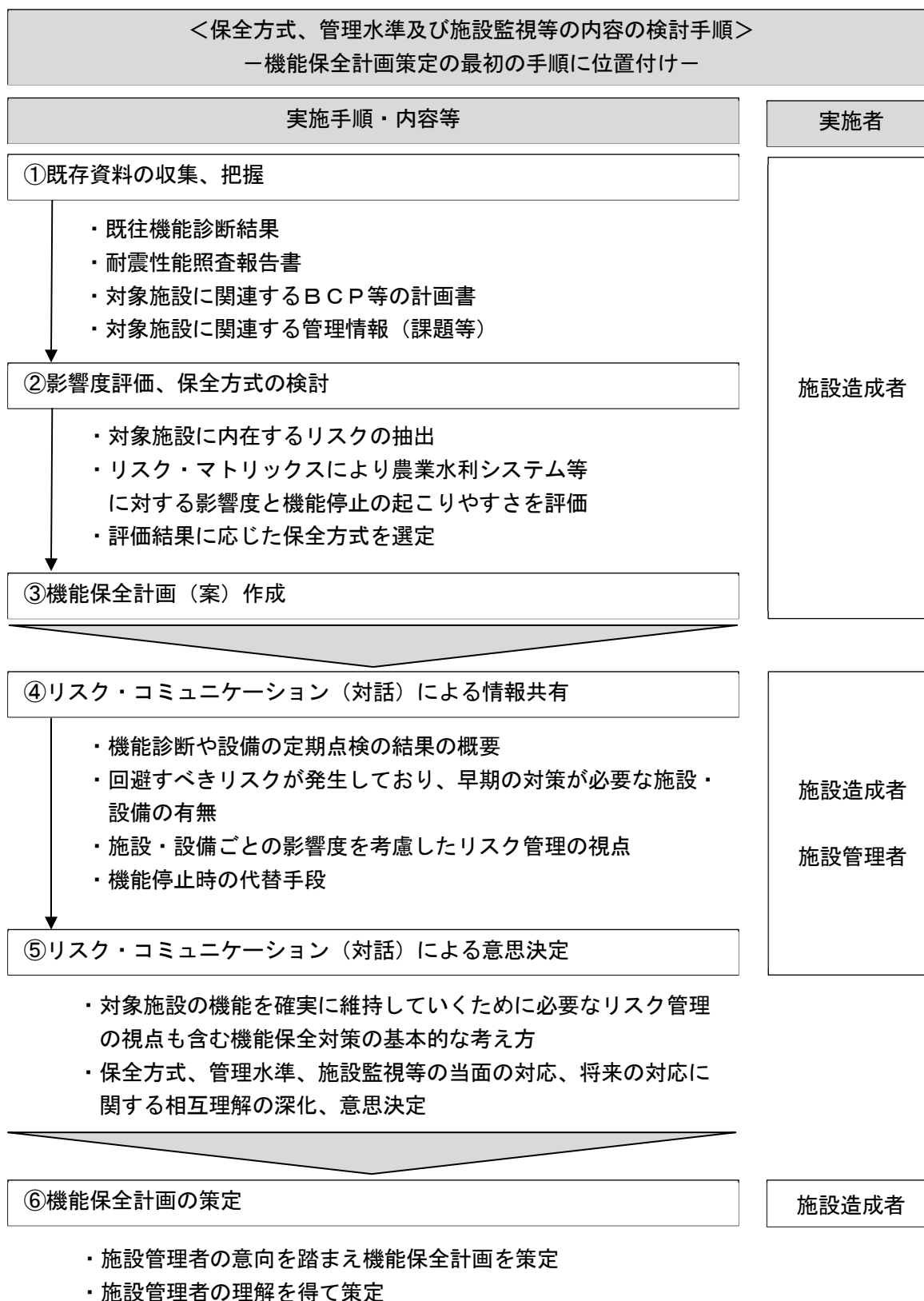
区 分	機能保全	災害対応	
特定のリスク	故障、事故	大雨	地震
被害の規模	・ 基本的に単独施設に発生	・ 複数施設同時発生 ・ 地震では施設損壊	
活用できる資源（ヒト、モノ、カネ、情報、ライフライン（電気等））	制約されず	制約あり	
非常時優先施設の絞り込み	不要	必要	
事前準備の必要性 ・ 関係事業者等との協定の締結 ・ 緊急発注体制の構築 ・ 資機材の備蓄 ・ 土地改良区相互の応援態勢の構築（役職員の派遣・資機材の融通等）	必要 （ただし、被害規模が広域で甚大であれば機能しない可能性有り）		
事前行動計画（タイムライン）の策定	策定不可能	策定可能	策定不可能
対応目標時間の設定	設定可能		

(3) リスク・コミュニケーション

施設造成者及び施設管理者間でリスクに関する情報の共有を図るとともに、機能診断結果や保全方式の検討結果などについて説明・提案を行い、施設管理者の意向も踏まえた、より実行性のある機能保全計画を策定・更新する手段としてリスク・コミュニケーションを推進することが、リスク管理を強化していく上で重要である。

【解説】

- ア リスク管理を適切に行うためには、リスクに関する情報の共有を図るとともに、施設造成者が分析・評価した検討結果について、施設管理者（必要に応じ、共同事業者（上水・工水等）を含める）に説明した上で、共通の理解を醸成しつつ、施設が機能停止した場合の影響度を反映した機能保全計画策定や対策実施等の各プロセスの意思決定に反映させていくリスク・コミュニケーションが重要な役割を果たす。
- イ 施設造成者は施設管理者に対して、施設の機能診断結果の説明と併せ、影響度の評価を踏まえた施設の保全方式と管理水準について提案する。そして、機能保全計画に反映させるため、日常的な施設管理、機能停止したときの代替手段、速やかに機能回復させるための技術的な協力体制、必要な資材の確保、費用負担のあり方等を確認・整理した上で、必要に応じて修正を行い、施設管理者の意向を踏まえた機能保全計画を策定・更新する。
- ウ 管理段階においても機能診断調査、水利権更新に係る諸調査のタイミングや、新たに地区内で開発行為が行われるなど施設の立地環境に変化が認められた場合は、改めてリスク・コミュニケーションを図り、回避すべきリスクや管理水準の再検討を行うなど、リスク管理の一層の充実・深化を図る必要がある。
- エ リスク・マトリックスを活用したリスク・コミュニケーションの例を図2-21で示しているが、施設が機能停止した場合の影響度は、施設の構造や仕様、損壊の程度、復旧の難易度によって大きく異なってくるので、この方式が定着した後は、事故シミュレーション（実際にどんな事故が発生するか具体的に想定すること）を行い、その結果をリスク・マトリックスにプロットすることも検討するなど、リスク管理の取組を発展させることが望ましい。



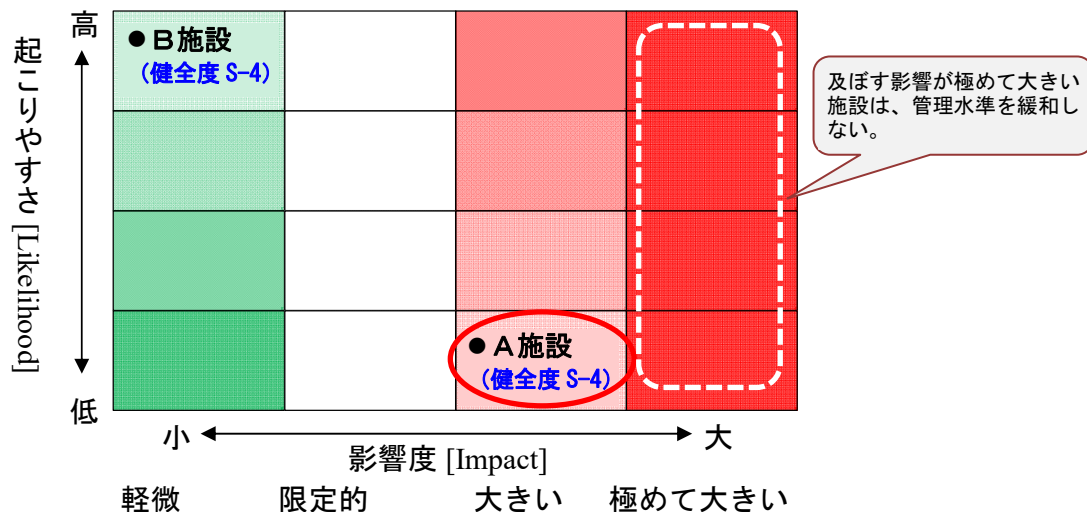
【図２－２０ リスク・コミュニケーションを踏まえた機能保全計画の策定手順】

【参考】リスク・コミュニケーションの例

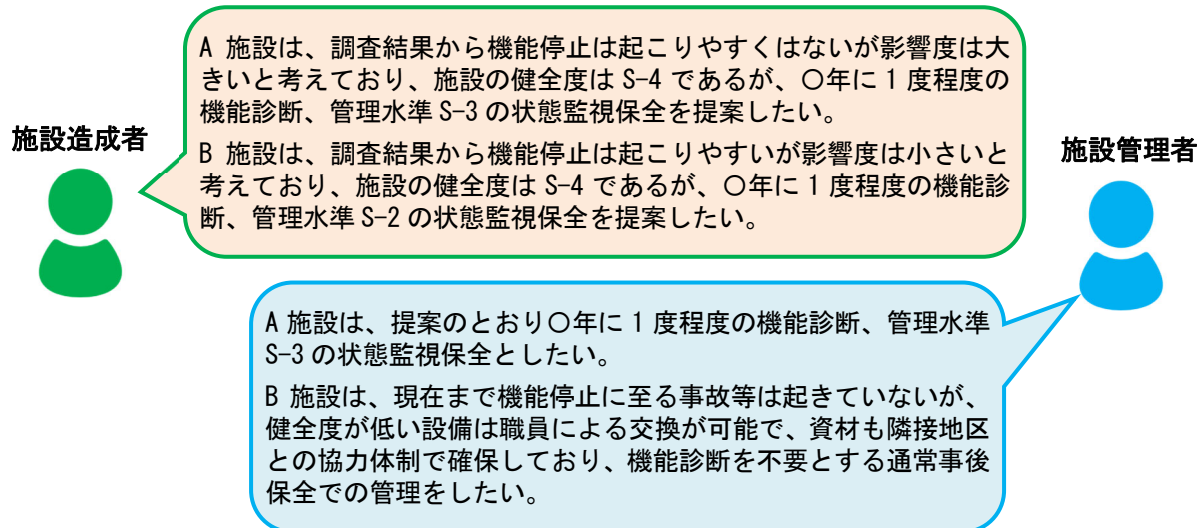
(1) リスク・マトリックスの活用事例

マトリックスの要素として、横軸に施設が機能停止した場合の影響度を、縦軸に機能停止するような事象の起こりやすさをとり、管理対象施設ごとにプロットする。

プロット位置を踏まえ、当該管理施設の保全方式、管理水準、状態監視の内容などをどのように設定するかについて対話を行う。



(2) 対話のイメージ



【図 2-21 リスク・マトリックスを活用したリスク・コミュニケーションの例】

- オ このようなリスク・コミュニケーションを通じて必要な情報を分かりやすく伝達し、関係者間で共有することで、施設が機能停止した場合の影響度等を反映した対策の範囲や実施時期等に係る調整や、機能保全対策の計画的な実施に関する調整プロセスを円滑化することができる。
- カ 特に、施設監視の結果や財政制約等を踏まえて、あらかじめ策定した機能保全計画に基づく機能保全対策の時期を調整することが必要となる場合においては、十分な情報共有を行いつつ、施設の継続的な監視の内容等を含めた関係者の合意形成を促進していくことが重要である。これにより、突発事故等による影響を緩和するための事前対策に係る理解の醸成と実際に緊急事態が発生した場合の対応の円滑化を図ることができる。
- キ 機能保全計画策定後においても、施設管理者とのリスク・コミュニケーションの機会を確保することは、管理水準の妥当性、リスクの検証、リスク管理の強化等につながるほか、将来の更新事業を見据えた機能保全計画の更新、実施に向けた合意形成に要する時間短縮にも寄与することとなる。
- ク リスク・コミュニケーションは、関係者間での合意形成に向けた情報共有プロセスであり、共通の理解や合意事項について記録に残すことも重要である。
- ケ このように、充実したリスク・コミュニケーションを通じて、リスク管理を強化することができる。

(4) 緊急事態における対応の検討

機能保全対策の適切な実施等により、施設の損壊等による影響が大きい事故は発生させないよう万全を期することが基本となるが、比較的小規模な事故も含めて、全ての事故を完全に回避することはできない。このため、施設の損壊等が発生した場合の被害を極力低減することができるよう、事後対応の検討や準備をあらかじめ行っておくことが有効である。

【解説】

ア 近年、老朽化等による突発事故の発生は増加傾向にある。機能診断や劣化予測には技術的限界もあることから、突発事故を精度良く予測することは困難であり、適切な日常管理や機能保全対策を実施していても全てを防ぐことはできない。

イ そのため、リスクが顕在化した場合を想定して、施設造成者、施設管理者等是对应手順の策定、資材備蓄や復旧対策等の準備を行い、被害の低減を図るための備えが重要である。

ウ 平常時に、機能保全計画とは別に、応急対策と復旧対策の手順を策定することが望ましく、例えば「緊急時の対応計画」、「施設造成者、施設管理者等の関係者間の協力関係と連絡体制」等の整備や「事業活用を想定した事前準備」を関係者と連携して行うことが有効である。

なお、緊急時に、代替して活用できる施設がある場合や、施設をほかの目的で有効活用できる場合は、その活用手順等についても検討・調整しておくことが望ましい。

(ア) 緊急時の対応計画の整備

- ① 事故シミュレーション（影響度、健全度等から対象施設を選定した上で、施設損壊による影響の想定、影響を軽減するための必要な方策を検討するほか、一定の被災レベルを超えた場合には、施設管理者だけでは対応が困難となるので、他機関への支援要請の判断及び他機関を含めた役割分担などについても検討。）
- ② 適切な人員、資材及び工事の調達計画（応急復旧計画、施工者との協定締結等）
- ③ 訓練等による対応計画の有効性の検証（防災訓練）など

(イ) 施設造成者、施設管理者等の関係者間の協力関係と連絡体制の整備

- ① コミュニケーション手段の決定と内容の明確化
- ② 平常時と緊急時における連絡体制の整備 など

(ウ) 事業活用を想定した事前準備

- ① 復旧対応可能な事業の事前把握と検討（事故要因、受益面積、復旧事業費等の別に活用可能な事業を事前に把握しあらかじめ検討。）
- ② 事業実施要件の資料等の準備（（例）土地改良施設突発事故復旧事業の活用を想定した場合、面積確認資料、維持管理計画等に基づく適切な日常管理記録資料、機能保全計画等に基づく対策や施設監視結果等の資料 等々）など

エ これらを整備することによって、リスクが顕在化した場合の応急対策や復旧対策を円滑に進めることが可能となり、被害の最小化、被害拡大の防止、二次被害防止、早期の復旧等につながる。

(5) 対策時期の検討

対策時期は、施設単位では、シナリオに応じた機能保全コストの比較によって決められる。一方、事業地区単位では複数の施設の対策時期が重複するため、リスク管理を行いつつ、必要に応じ地方公共団体、施設管理者の財政等を勘案したコストの平準化を念頭にした対策の実施時期の調整が必要である。

なお、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グルーピングする。

劣化予測については、その予測手法が確立されている場合は、経験式などの手法を用いて行い、経験式などの手法が確立されていない場合や複合的な要因で特定の変状要因が不明である場合は、現場条件を踏まえ、標準的な劣化曲線等を活用しつつ、機能診断による実測で補正することなどにより行う。

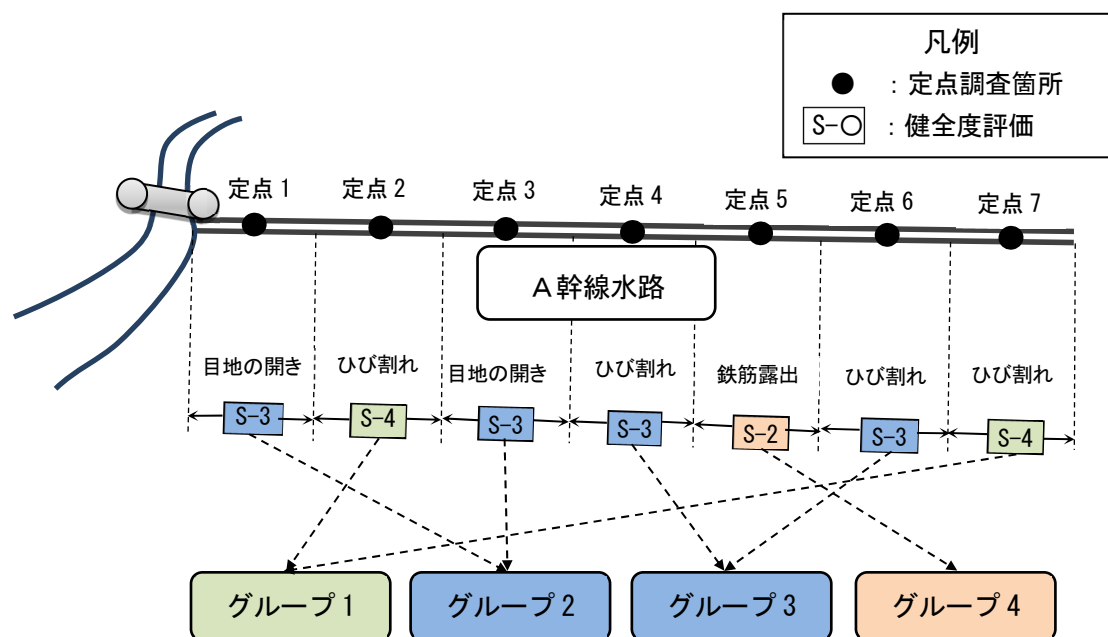
なお、標準的な劣化曲線による劣化予測はコンクリート構造物を対象とする。

【解説】

ア グルーピングは、技術的に適用可能な対策工法が同様となるような施設群（同一施設内のグループを含む。）に対して、変状等の要因やその後の劣化進行に影響すると思われる立地条件、健全度評価結果等を十分踏まえて行う必要がある。また、施設が機能停止した場合の影響度を踏まえてグルーピングすることも有効である。

イ 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、劣化予測や対策方法・時期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て、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三つは最低限考慮すべき要素である。

ウ 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、対策の実施段階において、必要に応じて詳細な区分で検討する。



【図2-22 グルーピングの例】

エ 機能保全計画は検討対象期間（40 年を基本）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している。

オ 劣化予測は、その予測手法が確立されている場合は、経験式などの手法を用いることを第一とするが、変状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

③ 当該施設以外も含めた過去事例に基づく A I / M L（人工知能／機械学習）等を用いた将来予測（シミュレーション）による方法

等、それぞれの条件に適した方法を選択する必要がある。

カ 上記の方法による予測が困難な場合は、機能診断による健全度評価から二次曲線で描画する単一劣化曲線などにより劣化予測を行う。

キ なお、初回の機能診断で健全度評価が S-5 となった場合は上記の方法が適用できないため、標準的な劣化曲線を用いて劣化予測を行ってもよい（図 2－23）。

ク 標準的な劣化曲線による劣化予測は、コンクリート構造物を対象にしており、パイプラインや施設機械設備への適用はできないことに留意する。

ケ 標準的な劣化曲線（コンクリート構造物）は次のとおり設定している。

【対象データ】

対象データは、各農政局の調査管理事務所等で、平成 19～令和 2 年度に実施した国営造成施設（農業水利施設のうちコンクリート構造物）の機能診断調査結果のうち、次の「データ抽出条件」より抽出された 12,286 件を対象とする。

（データの抽出条件）

- ・機能診断調査・評価の根拠資料がある（機能診断調査票又は機能診断評価表がある）。
- ・供用年数が明確である。
- ・この有効データから以下に該当するものを除外。

（除外データ）

コンクリート構造物以外、特殊な事例。

- ・想定される変状要因が不明（記載なし）。
- ・想定される変状要因が「初期欠陥、外力、疲労（内部要因以外）」。
- ・健全度評価が S-5（データが少ない → 想定される変状要因が無い又は不明）。
- ・健全度評価が S-2、S-1（データが少ない → S-1、S-2 評価の施設は既に更新等の対策済）。

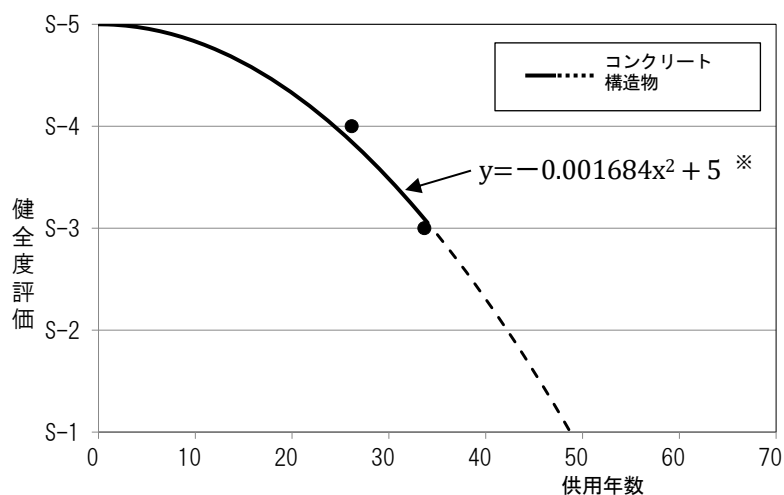
【劣化曲線の描画方法】

- ・劣化を 二次曲線（ $y=ax^2 + 5$ ）で表すこととする。
- ・y: 健全度評価 x: 供用年数
- ・a は、S-3 と S-4 の結果（健全度評価と供用年数）により次の式で求められる。

$$a = \frac{(\bar{X}_{S3}^2 \times 3 + \bar{X}_{S4}^2 \times 4) - 5 \times (\bar{X}_{S3}^2 + \bar{X}_{S4}^2)}{\bar{X}_{S3}^4 + \bar{X}_{S4}^4}$$

$\bar{X}_{S3}$: S-3 の供用年数 単純平均

$\bar{X}_{S4}$: S-4 の供用年数 単純平均



※ S-3 から S-1 の部分は S-4、S-3 データを用いた外挿（データ範囲外で予想した部分）のため点線表記

【図 2-23 農業水利施設における標準的な劣化曲線（コンクリート構造物）】

【表 2-18 標準的な劣化曲線に用いたデータの概要】

種別	データ年度	S-3			S-4		
		データ数 (件)	単純平均 (年)	標準偏差 (年)	データ数 (件)	単純平均 (年)	標準偏差 (年)
コンクリート 構造物	H19～R2	6,575	33.67	13.63	5,711	26.15	13.62

コ また、個々の施設の劣化は、施設に関する様々な条件によって一律ではないことなどから、機能診断の継続により、各施設が有する劣化傾向の特性を把握していくことが重要であり、これが予測精度の更なる向上につながる。2回目以降の機能診断では、前回までの機能診断結果も踏まえて劣化予測を修正することなどで対策内容や実施時期の精度をより向上させることができる。継続的な機能診断により、劣化の支配的要因が新たに把握できた場合には、その数値の変化に着目することでより精度の高い劣化予測につながる。

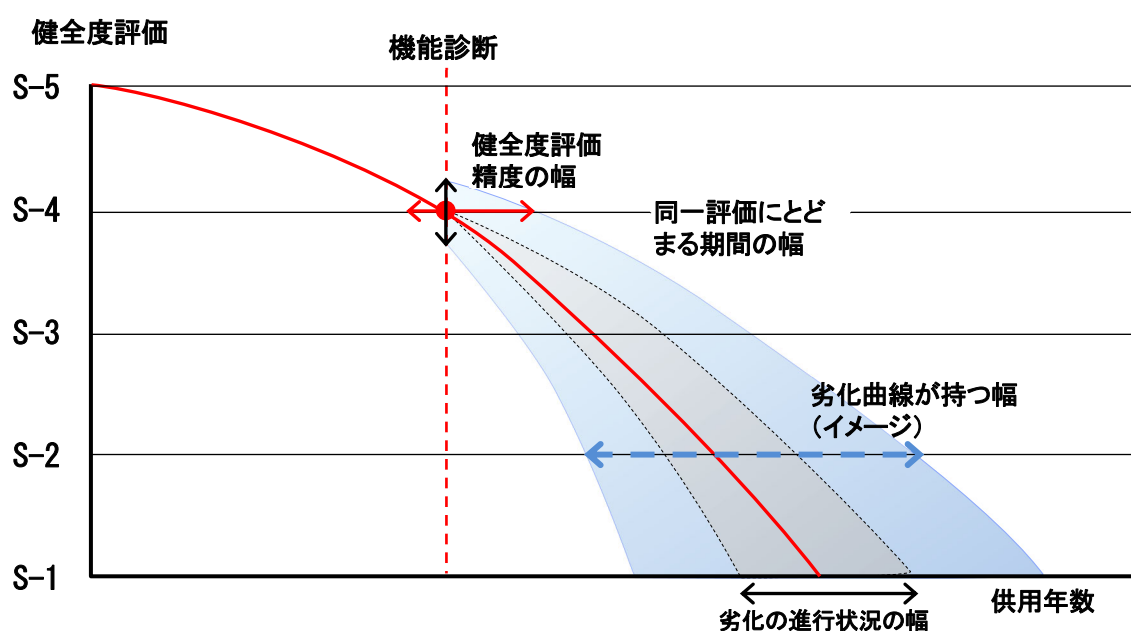
なお、機能診断を複数回行っている施設のうち、診断ごとの状況変化から劣化の支配的要因を推定できる場合には、その要因の経過観察の結果に基づく劣化予測を行い、複合的な変状要因があり単一劣化曲線を使用する場合には、過去の機能診断結果を踏まえることなどにより予測精度の向上に努める。

サ 機能保全コスト算定の際に必要な対策実施時期の設定のため、劣化の初期段階における初回の機能診断で得られた劣化曲線を用いて劣化予測を行う場合は、それが便宜的に一点近似で描かれた二次曲線を用いたもので、その予測精度に限界があることを理解した上で取り扱う必要がある。

シ 実際の施設においては、健全度評価が同じであっても劣化状態には幅があることに加え、気象条件や使用条件、設置環境などにより劣化の進行状況は区々で将来の劣化状態に差が生じるものであるため、実際の劣化曲線は、一本の線で表せるものではなく図2-24のような不確実性を伴った幅をもっていることに留意が必要である。

ス こうした背景を踏まえ、劣化が初期段階であり早期の機能保全対策の実施が必要無い施設については、現時点での劣化予測を踏まえつつ、その後に蓄積される継続的な機能診断結果により精度の高い劣化予測へと更新し、各施設の個性を反映した機能保全対策を進める必要がある。

セ 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、適期に適切な対策を実施することが重要である。

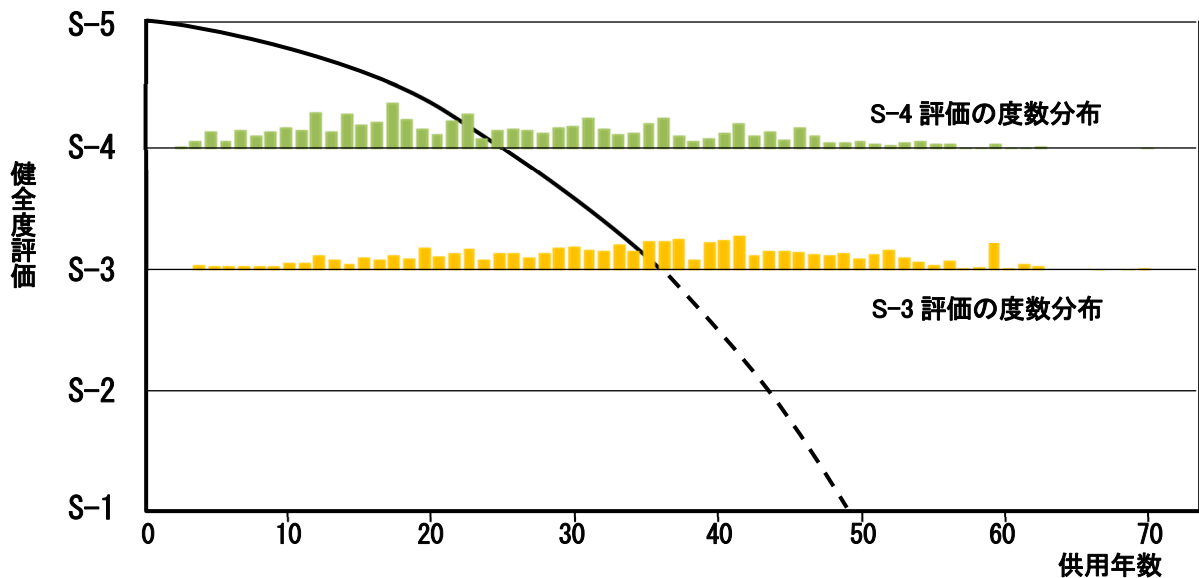


【図2-24 劣化予測精度のイメージ】

【参考】標準的な劣化曲線の元データ分布

標準的な劣化曲線の描画に使用した元データの分布（図 2-25）は、ばらつきが大きくなっている。

このことは対象施設が様々な設計条件で設計され、構造、材料、基礎や気象条件を含めた環境、管理内容が異なる中で、多くのデータを収集した結果であり、標準的な劣化曲線が農業水利施設（コンクリート構造物）の平均の劣化傾向を示しているものの、個別施設の諸条件によって大きく異なる場合が多いことを示している。



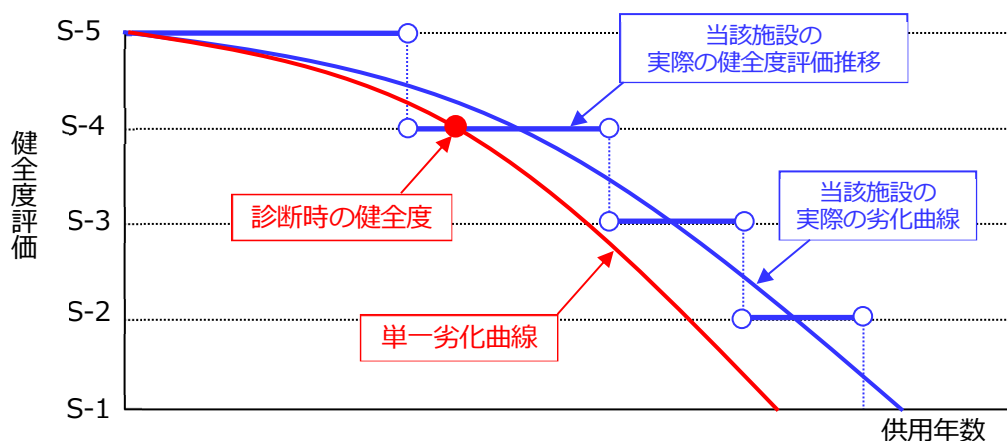
【図 2-25 標準的な劣化曲線と元データの分布】

【参考】健全度評価と単一劣化曲線

個別の調査から得られる健全度から劣化予測モデルを作成する場合、健全度評価の S 評価の値は 5 段階の離散値であり、本来 $y = a \cdot x^2 + 5$ といった関数で表される連続値ではないことに留意する。

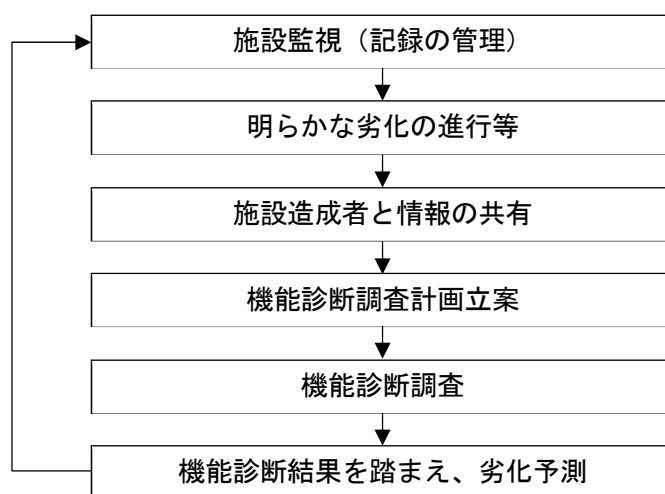
健全度評価は地震の際の震度と同様に健全度の上下関係の評価した指標であり、例えば「S-4 は S-2 に比べて 2 倍健全である」といった形で「数値」として扱ってはいけない。健全度評価は図 2-26 のように実際には当該施設の諸条件に応じて階段状に推移する。

単一劣化曲線（標準的な劣化曲線を含む。）は、施設の劣化が凸形状の二次曲線として進むと仮定し機能診断結果を使って関数としたものであり、「健全度評価」を推定する際には留意が必要である。



【図 2-26 施設の健全度評価推移のイメージ】

- ソ 前述のように健全度評価が同じであっても劣化の進行状況に差が生じるものであるため、定期的な機能診断以外にも継続した施設監視を行い、施設の劣化状況をきめ細かく見極めた上で、明らかな劣化の進行があった場合には、適時に機能診断を実施し、最新の健全度評価から精度の高い劣化予測へと更新することが重要である。



【図２－２７ 施設監視による劣化進行の対応フロー】

- タ 同一施設の同じ定点で複数回の機能診断を実施した場合の劣化予測は、次の方法が考えられる。

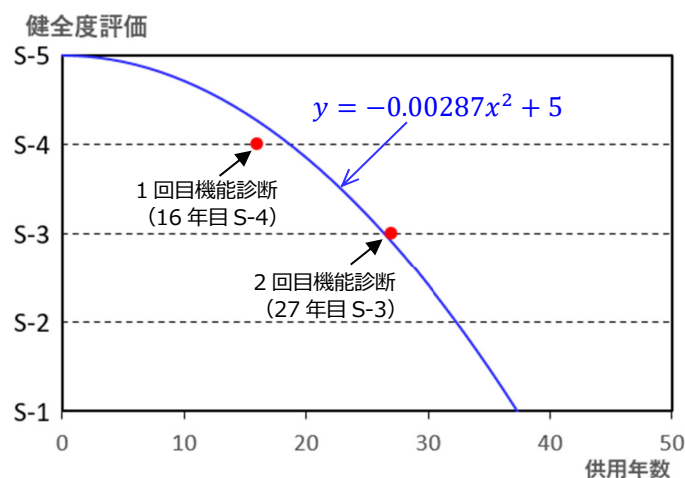
- ①複数回の健全度評価をもとに最小二乗法を用いて単一劣化曲線を作成する。
- ②最新の健全度評価をもとに単一劣化曲線を作成する。

- チ 過去の機能診断結果の使用に当たっては、調査内容、評価項目と評価基準、評価結果を確認し、最新の施設状態評価表と異なる場合は、最新の様式に基づき再評価する。

例１：複数回の機能診断結果を全て使用する場合

複数回の健全度評価をもとに健全度評価が下がった場合（図２－２８）と、健全度評価が同じだった場合（図２－２９）の単一劣化曲線を作成する例は以下のとおりである。

《ケース１：複数回の健全度評価をもとに健全度評価が下がった場合》



【図２－２８ 複数回の健全度評価をもとに健全度評価が下がった場合の劣化曲線の例】

表 2-19 のとおり最小二乗法により、
係数 a を求める。

$$a = (\sum x^2 y - 5 \times \sum x^2) / \sum x^4$$

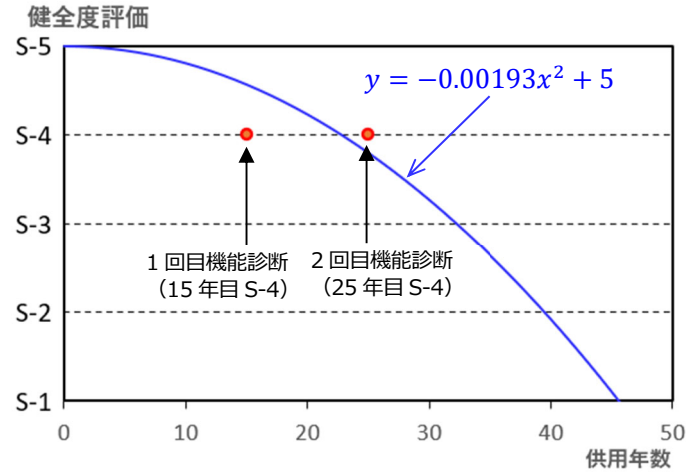
$$= (3,211 - 5 \times 985) / 596,977$$

$$= -0.00287$$

【表 2-19 $\sum x^2 y \cdot \sum x^2 \cdot \sum x^4$ の計算】

供用年数(x)	健全度(y)	$x^2 y$	x^2	x^4
0	5	0	0	0
16	4	1,024	256	65,536
27	3	2,187	729	531,441
Σ		3,211	985	596,977

《ケース 2：複数回の健全度評価をもとに健全度評価が同じだった場合》



【図 2-29 複数回の健全度評価をもとに健全度評価が同じだった場合の劣化曲線の例】

表 2-20 のとおり最小二乗法により、
係数 a を求める。

$$a = (\sum x^2 y - 5 \times \sum x^2) / \sum x^4$$

$$= (3,400 - 5 \times 850) / 441,250$$

$$= -0.00193$$

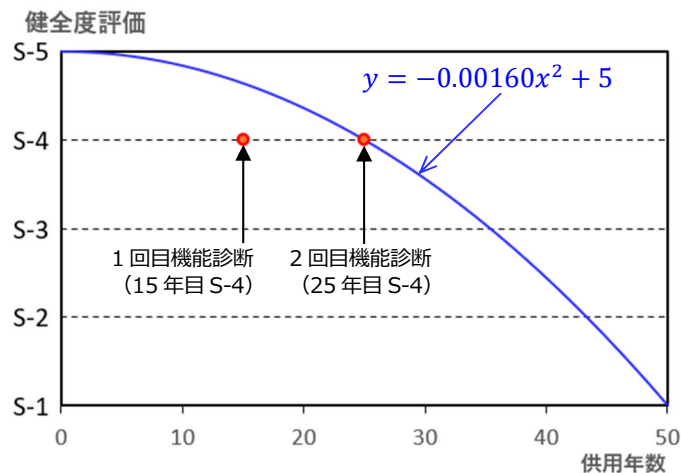
【表 2-20 $\sum x^2 y \cdot \sum x^2 \cdot \sum x^4$ の計算】

供用年数(x)	健全度(y)	$x^2 y$	x^2	x^4
0	5	0	0	0
15	4	900	225	50,625
25	4	2,500	625	390,625
Σ		3,400	850	441,250

例 2：最新の機能診断結果のみ使用する場合

初期の機能診断結果が、非進行性の初期欠陥や損傷が主体であった場合、最新の健全度評価をもとに単一劣化曲線を作成する例は以下のとおりである。

《ケース 3：最新の機能診断結果のみ使用する場合》



【図 2-30 最新の健全度評価をもとに単一劣化曲線を作成する例】

表 2-21 のとおり最小二乗法により、
係数 a を求める。

$$\begin{aligned}
 a &= (\sum x^2 y - 5 \times \sum x^2) / \sum x^4 \\
 &= (2,500 - 5 \times 625) / 390,625 \\
 &= -0.00160
 \end{aligned}$$

【表 2-21 $\sum x^2 y \cdot \sum x^2 \cdot \sum x^4$ の計算】

供用年数(x)	健全度(y)	$x^2 y$	x^2	x^4
0	5	0	0	0
25	4	2,500	625	390,625
Σ		2,500	625	390,625

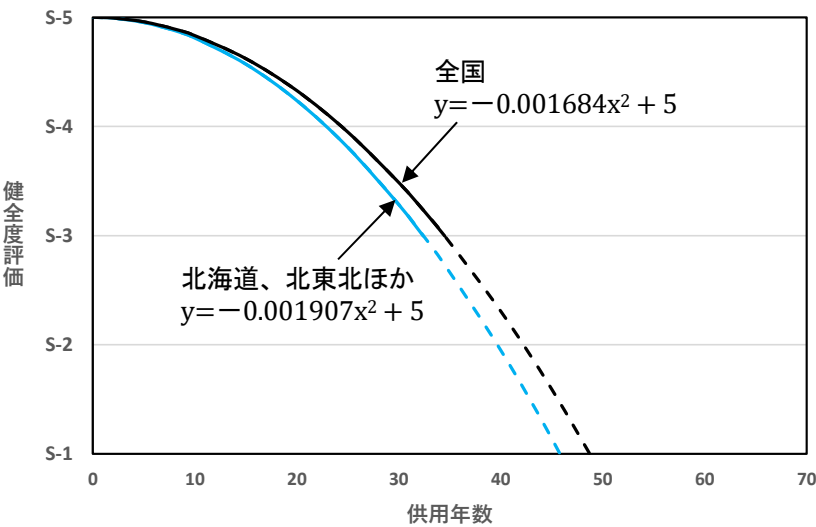
【参考】寒冷地における劣化

寒冷地のコンクリート構造物については、主に凍害^{※1}により劣化したと考えられるものが多く見られ、これまでの機能診断の結果を見ても、これら地域における主要な変状要因の一つとなっている。

一般的に寒冷地においては、こうした凍害をはじめとする様々な要因による劣化の可能性がほかの地域より高いと考えられることを踏まえ、北海道、北東北等^{※2}のデータを集計・分析し、劣化曲線を設定した結果、標準的な劣化曲線より若干早く劣化が進行する傾向が見られる（図 2-31）。

この「劣化曲線」については、これらの地域における劣化に関する理解を深める参考とするとともに、当該地域の施設でほかの劣化予測手法の適用が困難な場合に活用してもよい。

- ※1 コンクリート中の水分が凍結と融解を繰り返すことによって、コンクリート表面から、スケーリング、微細ひび割れ及びポップアウトなどの形で劣化する現象である。
- ※2 直近年(2008～2022 年)における道県庁所在地の1月平均気温が0℃以下の道県（北海道、青森県、秋田県、岩手県、山形県、長野県）



【図 2-31 北海道、北東北等における標準的な劣化曲線（コンクリート構造物）】

(6) 機能保全計画の見直し

供用開始後、最初の機能診断をおおむね 10 年後に実施し、その結果に基づき初版の機能保全計画を策定するが、その後も施設の日常監視や劣化状況等を踏まえながら適期に機能診断を行い、機能保全計画の見直しを行うことが重要である。

【解説】

ア 機能保全計画は、定期的な機能診断の結果に基づいて、随時見直す必要がある。

イ 施設を新設した場合は、供用開始後、最初の機能診断をおおむね 10 年を目安に実施し、部分的な補修・補強・更新を行った場合には、適期に機能診断を行い、既に策定済みの機能保全計画の見直しを行う。

なお、補修等実施後は、初期に変状が確認されることもあるため、工事完了後 1 年を目安に状態を確認し、その結果について機能保全計画に記載しておくことが望ましい。

ウ 施設の供用期間が長期になるに伴い性能低下も顕著になり、機能診断調査の頻度が増加することが想定されるが、調査結果に応じて機能保全対策の見直し（部分更新）などを適期に行い、最新の更新計画について施設管理者と共有しておくことが重要である。そうすることで、施設管理者の中長期的な経営計画の検討や計画的な更新費用の確保に寄与することが期待される。

エ 一方、関連予算と人的資源は限られており、全ての施設を対象に詳細な機能診断調査を行って機能保全計画を全般的に見直すことは現実的ではないため、影響度や健全度、施設管理者との意見交換を通じて調査頻度の調整を含め、見直しの方法を検討する必要がある。

オ 性能低下が顕著となった施設が複数発生し、まとまった事業量が見込まれる場合は、事業化に向けた別の検討スキームに移行することになる。事業化に向けた準備段階では、詳細な調査に基づいた精度の高い対策の検討が求められるなど、機能保全計画が事業計画策定の根拠になることにも注意する必要がある。

(7) 対策工法の検討に当たって配慮すべき事項

(7) - 1 省エネルギー化と再生可能エネルギー導入の検討

対策工法の検討に当たっては、対象施設の要求性能を確保した上で、施設の省エネルギー化を推進するとともに、再生可能エネルギー導入の検討を行うことが必要である。

【解説】

- ア 東日本大震災発生以降、原子力発電の停止、原油価格の高騰、再生可能エネルギー発電促進賦課金の単価の上昇等により、エネルギーの調達コストの高騰が想定されるほか、気候変動による大規模災害の頻発や生物多様性の急速かつ大規模な損失に対し、化石燃料の使用抑制等を通じた環境負荷の軽減を図り、カーボンニュートラルや生物多様性の保全・再生を促進していくことが重要である。
- イ このため、農業水利施設のストックマネジメントを行うに当たっては、施設の省エネルギー化対策を最大限推進すること、また、再生可能エネルギー導入の検討を行うことが必要である。
- ウ 対策工法の検討に当たっては、「農業水利施設の省エネルギー化対策の手引き」等に則して、高効率ポンプの導入などの施設更新に併せた省エネルギー施設の導入・整備や、小水力発電など再生可能エネルギーの導入促進等により自然環境や農業水利施設が有する多様な機能を活用するなど、施設整備といったハード的な対策と施設の操作方法の検討といったソフト的な対策の両面から検討することが重要である。

(7) - 2 耐震化対策

農業水利施設については、土地改良事業設計指針「耐震設計」等※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及び耐震化対策の推進に努める。

【解説】

ア 耐震診断及び耐震化対策は、施設が本来保有しておくべき性能水準へ回復するために行うものであるため、施設機能の向上に当たるものではない。耐震診断の結果、対策が必要となる施設においては、必要な耐震化対策を機能保全計画や土地改良事業計画等に組み込むことにより、機能保全対策の一環として実施することができる。

イ なお、施設の耐震診断は、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り、施設の機能診断と一体的に実施することが可能である。

※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「頭首工」(平成 20 年 3 月)
土地改良事業計画設計基準・設計「水路トンネル」(平成 26 年 7 月)
土地改良事業計画設計基準・設計「ポンプ場」(平成 30 年 5 月)
土地改良事業計画設計基準・設計「パイプライン」(令和 3 年 6 月)
土地改良事業計画設計基準・設計「水路工」(平成 26 年 3 月)
土地改良事業計画設計基準・設計「ダム」(平成 15 年 4 月)
土地改良事業計画設計基準・設計「農道」(平成 17 年 3 月)
土地改良事業設計指針「耐震設計」(平成 27 年 5 月)
土地改良事業設計指針「ファームポンド」(平成 11 年 3 月)
土地改良事業設計指針「ため池整備」(平成 27 年 5 月)

(7)－3 流域治水の推進

気候変動の影響により降雨量が増加し、水害が激甚化・頻発化する中、「流域治水」の取組が推進されており、施設の機能維持を図り、農業用ダムやため池等の農業水利施設の有する洪水調節機能、河川流況安定効果等の多面的機能を適切に発揮することが重要である。

【解説】

ア あらゆる関係者が流域全体で行う協働の取組である「流域治水」を推進していく中で、大雨が予測される際には、農業水利施設についても、あらかじめ農業用ダムやため池の水位を下げることによる洪水調節機能の強化や農地の湛水被害のみならず市街地や集落の湛水被害を防止・軽減させる排水機場等の適切な機能の発揮が求められている。そのため、農業水利施設のストックマネジメントを推進し、施設の機能維持をしっかりと図っていくことが重要である。

(7) - 4 環境との調和や歴史的価値への配慮

対策工法の検討に当たっては、「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」等に則して環境との調和への配慮を行うほか、施設が有する歴史的価値に配慮することが必要である。

【解説】

- ア 農業水利施設の機能保全対策も含めた農業農村整備事業の実施に当たっては、環境との調和への配慮を行うことが基本となっており、景観に関しては「農業農村整備事業における景観配慮の技術指針」（平成 30 年 5 月）、「農業農村整備事業における景観配慮の手引き」（平成 18 年 8 月）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」（平成 27 年 5 月）等に則して、対策工法の検討等を実施する。
- イ 対象施設の多くが造成後数十年を経過しており、その農業水利施設の環境に応じた生態系や景観が形成されているのが一般的である。このため、農業水利施設の機能保全のための対策工法の検討に当たっては、通水、配水等の基本機能を保全するための対策費用を比較するだけでなく、施設が生み出している生態系等の環境に対する影響等についても総合的に勘案する。
- ウ なお、対策工事の実施に当たっては、工事対象施設周辺の水環境を含む自然環境、各種地域指定、環境に関するマスタープランの内容と整合を図り、環境との調和への配慮に関する計画を作成することが必要である。
- また、対策工事の内容が既存施設の部分的な補修等のみで工事実施による環境への影響が軽微かつ限定的と考えられる場合は、施工上の配慮を主な内容とする環境配慮の基本方針に関する方針等を取りまとめることも可能である。
- エ 農業水利施設は近代になって造られたものだけでなく、先人たちが脈々と築いてきた歴史あるものも未だに数多く残されている。これらの農業水利施設の多くは、農業生産に貢献しているだけでなく、農業土木技術上の歴史的価値を有するとともに、地域の歴史や文化、農村景観、住民の日常生活に深い関わりを持っている。
- オ 対策工法の比較検討を行う際には、対策の実施や対策工法の選択によって、施設が有する歴史的価値に対してどのような影響があるかについて調査するなど、その価値に配慮することが重要である。

(8) 対策工法の検討

対策工法は、農業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。

工法の検討の際には、グルーピングされた施設群ごとに、劣化予測の結果を踏まえ、対策の適否、対策工法とその実施時期の組合せ（以下「シナリオ」という。）を検討する。

個々の施設の変状に対して技術的に適用可能な対策は、対策の実施時期と対策工法により様々な組合せが存在する。このため、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合せを、検討のシナリオとして複数設定する。なお、管理水準を下回るシナリオは検討しない。

対策工法の検討に当たっては、施工性、周辺環境への影響、対策後の維持管理等を考慮し、現地での適応性について十分検証しておく必要がある。

また、新技術については第2章 5 (10) のほか、工法の要求性能や品質規格を検討する必要がある。

【解説】

ア 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農業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。

イ 例えば、機能診断により、構造機能的には問題がないが、水利用機能や水理機能の低下が認められた施設があり、個別施設へ対策を講じることにより機能の回復が見込まれる場合は、農業水利システム全体を見通した上で、その回復のために必要となる対応も併せて検討するなど、総合的な対応が必要である。なお、水利用機能診断の結果も踏まえ、個別施設のみの対策では機能の回復が見込めない場合は、別途、農業水利システム全体での検討を行う必要がある。

ウ 一般的には、劣化が進行していない時期ほど対策工法の選択肢は多い。しかし、劣化の初期段階で簡易な工法により施設の耐用期間を延長することが必ずしも経済的になるとは限らないことに留意する必要がある。

エ シナリオにおいて、耐用期間が短い補修等を繰り返す（再劣化対策）場合は、既存の対策工法の除去により母材に変状が生じ、同様の対策工法を適用できないといった問題がないか、有識者、メーカー及び施工実績のある業者の意見も踏まえて検討する。

オ 具体的な工法については「長寿命化の手引き」、「農業水利施設の補修・補強工事に関するマニュアル」を参照するものとする。

カ 劣化の進行状態（健全度）と対策工法は、工法の選択肢と経費の多寡から、一般的に表 2－22 のような傾向にある。

【表 2－22 健全度と対策工法の基本的な考え方】

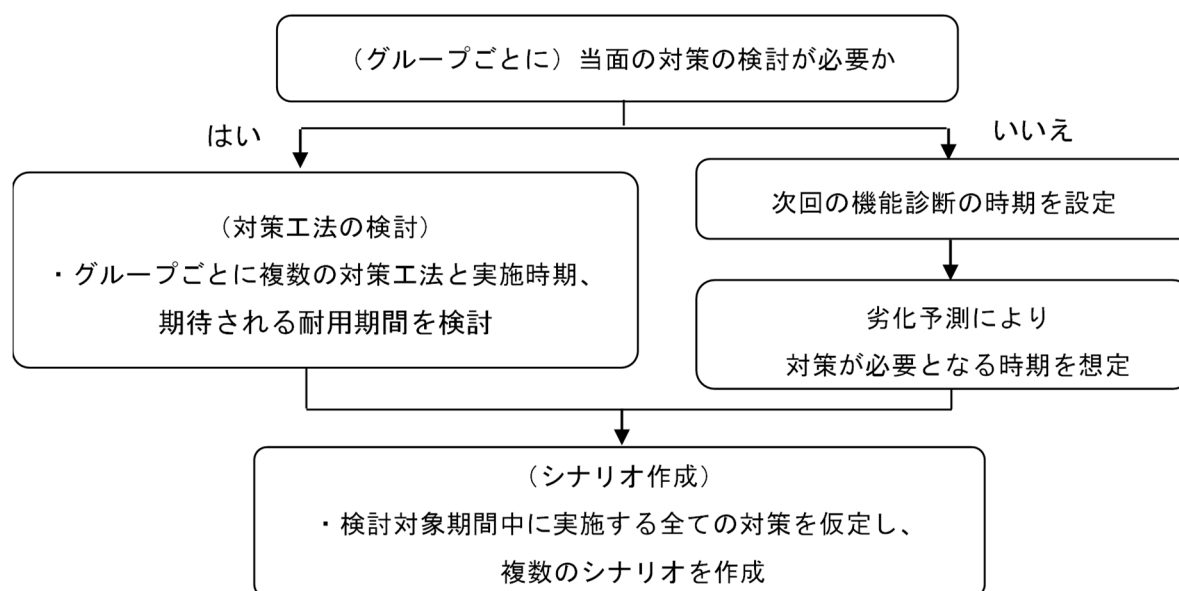
健全度	対策工法の基本的な考え方
S-5	・ 継続使用
S-4	・ 要観察地点とし追跡調査を行う。必要に応じて調査項目を増やすなどの検討を行う。 ・ S-4 は「要観察」を基本とするが、施設が機能停止した場合の影響度が高い場合や、変状が軽度であってもその要因が明確かつ今後の劣化進行の可能性が高く早期対策が機能保全コスト上有利となる場合など、比較的早い時期に対策を実施した方が効果的な場合もある。このような場合は、影響度に基づき設定された管理水準や、機能保全コストの検討を踏まえ、対策工法の検討を行ってもよい。
S-3	・ 変状要因が明確な場合は、その要因に対して効果的な対策工法を検討する。 ・ 変状要因が特定できない場合、あるいは耐久性、耐荷性がはっきりせず、効果的な対策工法の選定が難しい場合には、専門的調査を実施して具体的な工法の検討を行う必要がある。 ・ S-3 は、おおむね「補修」となることが多いと考えられるが、変状要因や機能保全コスト上から、しばらく様子を見る、あるいは「補強」が効果的な場合もあるので、具体的な工法の検討に当たっては、変状要因、耐久性・耐荷性の精査、及び機能保全コストの検討を行うことが望ましい。 ・ なお、対策工事の実施に当たっては、施設の継続的な監視により実際の劣化の進行状況を適切に見極めた上で、適時に実施する。
S-2	・ 変状要因に関わらず、早急に専門的調査を実施し、適切な対策を講じる。 ・ S-2 は、おおむね「補強」となることが多いと考えられるが、変状要因や機能保全コスト上から、「補修」又は「更新」が効果的な場合もあるので、具体的な工法の検討に当たっては、変状要因、耐久性・耐荷性の精査及び機能保全コストの検討を行うことが望ましい。 ・ なお、対策工事の実施に当たっては、施設の継続的な監視により実際の劣化の進行状況を適切に見極めた上で、適時に実施する。
S-1	・ 変状要因に関わらず、早急に専門的調査を実施し、適切な対策を講じる。 ・ S-1 は、おおむね「更新」を目安としている。「補強」では経済的な対策が困難な場合、現地の状況に応じて「更新」を検討することが望ましい。 ・ なお、対策工事の実施までの間、施設の継続的な監視を着実に実施する。また、事故等に備えた事後対応についても検討しておくことが望ましい。

キ このような傾向を考慮し、グルーピングした個々のグループごとに、それぞれの段階で技術面、経済面のほか、保有するリスク等を勘案した上で、妥当と思われる対策工法を盛り込んだシナリオを作成する。

ク 対策工法の組合せを検討する場合、以下のような点に留意する必要がある。

- (ア) 一定期間監視を行った後に対策を実施する場合には、その間に増加する部分的な補修等に要する経費についても考慮する。
- (イ) 採用する工法によっては、大規模な仮設が必要な場合もあることから、標準的な工法の単価のみならず、可能な限り実際の発注単価に近い経費を想定する。
- (ウ) 耐用期間が短い補修を繰り返すようなシナリオの場合など、検討対象期間中に複数回の対策を実施する場合には、2回目以降の対策工事が1回目に採用する工法等との関係で技術的に適用できないといった問題が無いかどうか、また、2回目以降は1回目の対策で実施した材料の撤去・処分等の有無についても確認を行い、対策工法を選定する。
- (エ) 管理水準を下回る前に対策を講じる必要があることから、管理水準を下回るシナリオは検討しない。(例えば、管理水準をS-2と設定した場合には、S-1のシナリオ検討はしない。)
- (オ) 農業水利施設全体が一つのシステムとして要求性能を確保し、安全で合理的な水管理ができるようにする。

ケ 対策工法の検討手順の概要を図2-32に示す。



※検討対象期間は、「第2章 6 (10) 機能保全コストの算定」を参照

【図2-32 対策工法検討手順】

(ア) 対策の必要性の判断

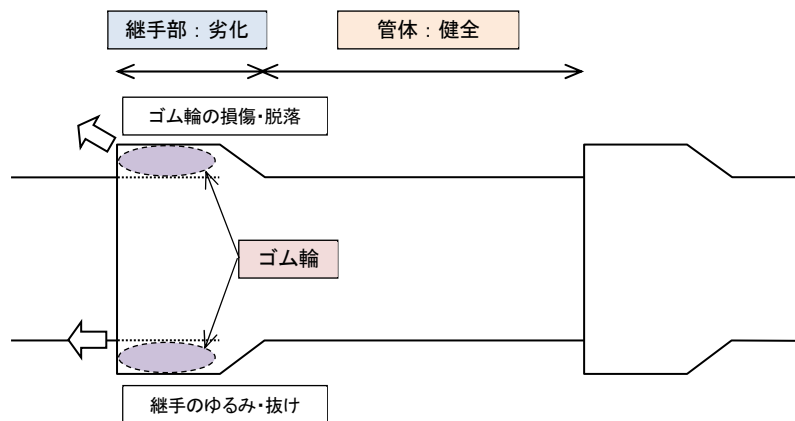
対象とする施設グループのうち、機能診断結果が健全度 S-3 以下であるものについては、劣化予測を含む対策の検討を行うこととし、S-4 以上であるものについては、劣化予測及び将来必要となる対策の概略の検討を行うものの、当分の間は対策の必要がなく、既存施設を現況のまま利用することを基本とする。

ただし、S-4 でも、施設が機能停止した場合の影響度が高い場合、変状要因が明らかである場合や、明らかな進行性が確認された場合等については、手引き（工種別編）により必要な詳細検討を行う。

【参考】パイプラインにおける対策の必要性の判断

パイプラインは管体と継手から構成されているが、継手は劣化しているものの管体は健全であるとき、単純に継手の評価をもって管全体の評価とすることは適切ではない場合がある。このように対策工法の検討に当たっては、それぞれの要因に基づき適切に機能保全対策を検討する必要がある。

なお、継手の劣化に起因する漏水が管体の劣化に影響を与える場合（継手部の高圧漏水によりサンドブラスト現象が発生し、管体が摩耗・破損するケースなど）もあることに留意する。



【図 2-33 パイプラインにおける評価のイメージ】

(イ) 対策が必要な施設グループの検討

(対策工法の検討)

- ① 対策検討の単位であるグループごとに、技術的な妥当性が見込まれる複数の対策工法とその実施時期、対策工法により期待される耐用期間を決定する。
- ② 対策工法により期待される耐用期間は、供用実績、文献、メーカーからの聞き取りを参考としつつ、専門家の意見等も踏まえながら総合的に判断する。

(シナリオの作成)

対策工法の耐用期間が検討対象期間を下回る場合、対策を行った施設が耐用期間に到達した段階で再度実施すべき対策も想定し、検討対象期間中に実施する全ての対策を設定する。

(ウ) 当面、対策の必要性がない施設グループについての検討

① 次回の機能診断の実施時期の設定

対策検討の単位であるグループごとに、将来の劣化の予測を目的として、施設が機能停止した場合の影響度や調査に要する経費との関連も含めて適切に次回の機能診断の実施時期を設定する。

② 対策が必要となる時期の想定と概略の対策工法等の設定

シナリオごとの機能保全コストを算出するため、

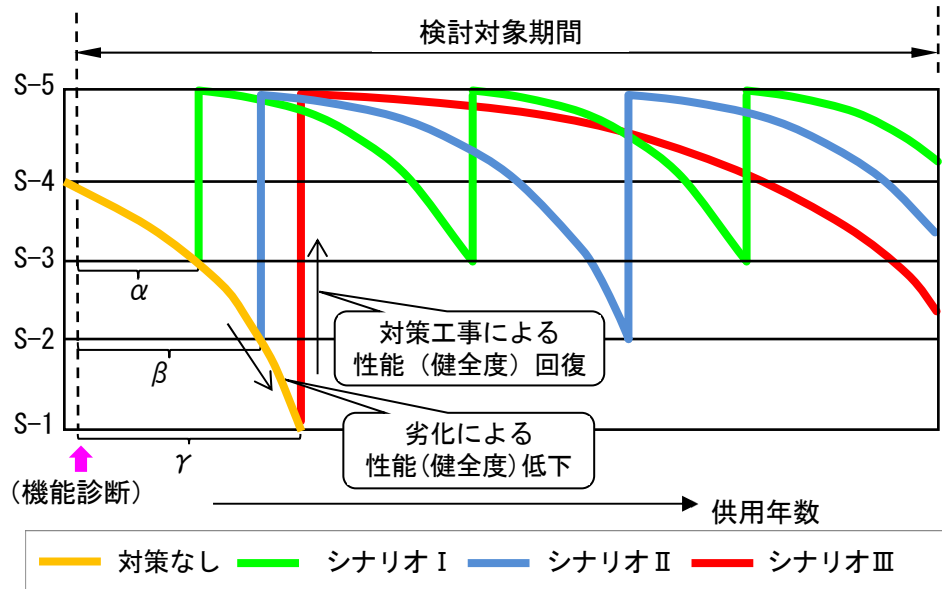
α : S-3 評価以上である期間

(補修などの選択肢が多く、安価な対策が有効な期間)

β : S-2 評価以上である期間 (補強を伴う対策が有効な期間)

γ : S-1 評価以上である期間 (更新が必要となるまでの期間)

のそれぞれのケースについて、類似事例等を参考に概略の対策工法を設定する。



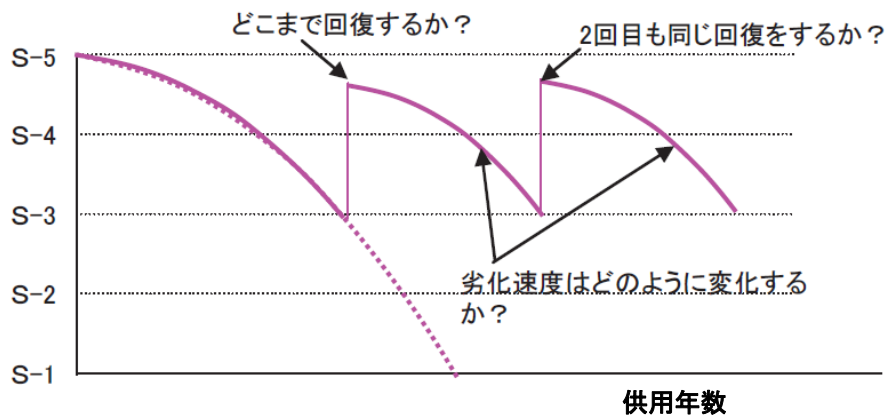
※ 管理水準を S-1 とした場合の例

【図 2-3-4 複数のシナリオによる性能管理の比較】

【参考】シナリオ策定に当たっての留意点

施設の性能は、補修・補強工しても新設時まで回復する可能性は低く、かつ工法によって回復水準が異なることも容易に想像できるが、現時点では十分な実績データがなく、対策後の性能回復や劣化速度については不明な点が多いことから、便宜上、補修などの対策工事を行うと S-5 まで性能 (健全度) が回復するとして計画を策定する。

このため、現状の機能保全計画の策定においては、当該工法についてメーカー等が示す耐用年数を用いているが、対策後の劣化予測について、対策を実施した地区のモニタリングを行い工法別の性能回復水準と劣化速度を仮定するなどにより、精度向上を図る必要がある。



【図 2-3-5 対策後の劣化予測】

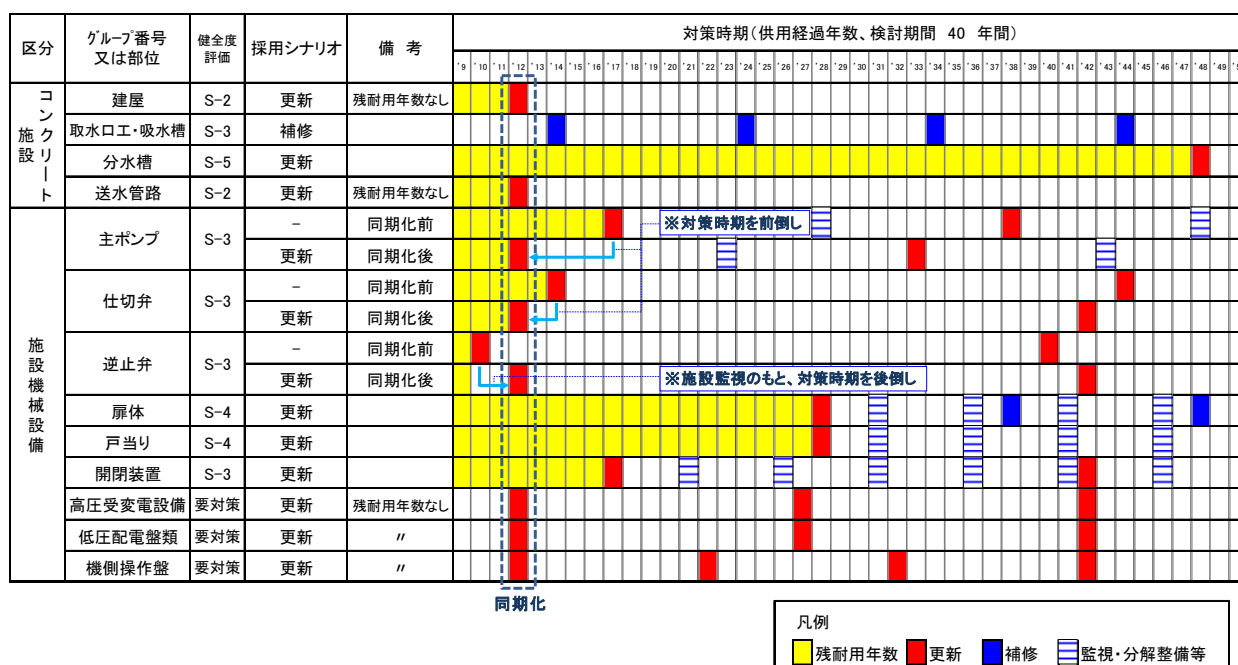
(エ) 対策工事の同期化

- ① 上記までの検討においては、対策工事を実施すべき時期が分散する場合があるため、個々の対策実施時期をずらすことによって、一定の範囲にまとめていく同期化について検討を行う。
- ② 同期化の検討に当たっては、対策の実施効率やリスク管理等の観点から、対策の緊急性や工期、対策実施箇所のまとまり、施設管理者の意向等を勘案する。なお、この同期化により、設定した対策シナリオに問題が生じる場合は対策シナリオの再検討を行う。

【参考】土木構造物と施設機械設備のシナリオ同期化の例

施設機械設備はコンクリート施設と一体的に設置されるものであり、設備単独での対策工事のほか、コンクリート施設を含めた設備の更新等を行う必要性が生じる場合がある。このことから、施設機械設備の対策工事など、ほかの施設と一体となっている施設の検討では、施設の対策の内容及び時期も勘案し、シナリオにおいて対策時期の同期化を図るなどの検討を行うことが重要である。

図 2-36 に土木構造物と施設機械設備の対策工事シナリオ同期化のイメージを示す。



【図 2-36 土木構造物と施設機械設備の対策工事シナリオ同期化のイメージ】

コ 対策工法の検討に当たっては、性能低下要因や変状要因に対応した工法を選定した上で、現地での施工性、対策工事中及び対策後の周辺環境への影響、対策後の維持管理のしやすさ等を考慮し、事前に現地での適応性について十分検討する。

(ア) 施工性

工事中の通水条件、地下水位条件、用地上の制約、実施時期（寒中施工、暑中施工）や工期の制約など

(イ) 周辺環境への影響

工事中の交通規制、粉塵・騒音や廃棄物の発生、対策後の生態系への影響や周辺景観との調和など

(ウ) 維持管理性

維持管理作業の頻度、難易度、費用など

サ また、対策工事により必要以上に粗度係数が改善されて分水位が確保できないなどの問題が生じる場合もあるので、対策工法が及ぼす副次的な影響も十分考慮して検討する。

(9) シナリオと農業水利システムとしての対応の整理

個別施設に対する対策工法の検討に当たっては、技術面・経済面・リスク面を考慮した複数のシナリオを検討し、機能保全コストが最小となるシナリオを採用するが、個別施設のみの対策では機能の回復が見込めない場合には、農業水利システム全体の機能保全の方向性を検討する必要がある。

水利用機能の診断結果から農業水利システム全体としての問題点・原因を踏まえて検討した機能保全の方向性について、現状に基づき簡潔に機能保全計画へ記述する。

農業水利システム全体の機能保全の方向性は、事業化に向けた調査計画で別途、詳細に検討されることになるため、これらの情報は関係者間で確実に共有していく必要がある。

【解説】

ア 機能保全計画は個別施設に対する計画であるため、個別施設のみの対策では機能の回復が見込めない場合には、農業水利システム全体としての対応を検討する。

イ 農業水利システム全体としての対応の検討が必要となった場合でも、最終的にどういった対策を講じていくのかは、受益者や施設管理者のニーズ、採用する対策に応じた費用負担も含めて総合的な協議、調整を踏まえる必要があるため、個別施設の対策シナリオ及び機能保全コストを検討しておく必要がある。

ウ 農業水利システム全体としての問題点・原因を踏まえ、施設の集約や再編、統廃合等も視野に入れて検討した複数の機能保全の方向性は、機能保全計画に簡潔に記載し、施設管理者、地方公共団体及び施設造成者の調査計画担当者に共有し、農業水利システム全体を対象とした事業化に向けた調査計画につなげていく。なお、農業水利システム全体の機能保全の方向性の記載については、表 2-23 に例を示す。

エ 対策に当たっては、農業水利システム全体、用水ブロック、個別施設などに対しての様々な課題について検討し、関係部署が一体となって施設管理者や地方公共団体と連携することが重要である。

オ 農業水利システム全体としての対応を詳細に検討するに当たっては、「土地改良事業計画設計基準計画」や「国営土地改良事業調査計画マニュアル」等を参照する。

【表 2-23 機能保全計画における機能保全の方向性に関する記載例】

1. 総括表

(様式1)

1 施設 現況 調査	施設名称(施設番号)		造成工期		受益面積	造成事業		施設管理者																					
	〇〇幹線水路		着工	完成	ha	国営かんがい排水 〇〇〇地区		〇〇〇土地改良区																					
	(〇〇〇〇〇〇〇)		1970	1982	4300.0	(工期:1974 ~1988)																							
	構造・規格等		土木 構造物	現場打ち鉄筋コンクリート開水路 : L= 8520m、B3.0~1.8 ~ H2.0×1.5m																									
施設機械 設備			鋼製スライドゲート : B2.0×1.5×2門																										
施設現状及び課題 (聞き取り結果)			〇〇幹線水路は、供用開始後〇〇年が経過している。一部区間で水路側壁及び底版に摩耗、ひび割れ及び欠損が確認されているが、水利用に支障を来してはいない。ゲート設備については部分的に腐食や塗装の剥離が見られるが操作に影響はしていない。なお、過去に操作盤の故障があったが修理済みである。																										
2 施設 機能 診断 調査	事前調査		前歴事業・補修履歴等の整理、施設管理者に対する問診調査を行い、施設の概況を把握した。 その結果、本施設は毎年度の通水前に巡回し、水路状況を確認しているほか、受益者等からの連絡により施設の不具合について把握し、通水阻害となる変状については適宜補修等が行われている状況を確認した。																										
	現地踏査		施設全線(L=8550m)の遠隔目視調査を実施し、現地調査地点(定点)及び現地調査項目を決定した。																										
	現地調査	定点調査 (土木)	・近接目視 10箇所 ・簡易測定調査 一式(鉄筋探査、中性化試験(ドリル法)、圧縮強度試験(反発硬度法))					全定点	10 箇所																				
		概略診断 (機械)						今回 調査定点	10 箇所																				
	詳細調査		今回の調査では、詳細調査が必要となるような変状等は無かったため実施していない。																										
3 施設 機能 診断 評価	劣化要因		現地調査結果等に基づき劣化要因を推定した。主な劣化要因としては、以下のとおりである。 ・全定点において、流水による「摩耗・すりへり」が見られる。 ・スパン中央付近のひび割れについては、天端から垂直に発生していることから、乾燥収縮(初期欠陥)と思われる。 ・ゲート設備は部分的な腐食による塗装の剥離がある。																										
	健全度評価		現地調査結果等の結果から以下のとおり評価した。 ・土木構造物については、摩耗・すりへり及び鉄筋露出の程度により、S-3及びS-2評価としたが、約80%がS-4以上であり良好な状態ではあるが、S-2評価の区間については対応を検討する必要がある。 ・ゲート設備については、部分的な塗装の剥離であり、全体的には問題が無いため、S-4評価とした。																										
			<table><tr><td>区分</td><td>S-5</td><td>S-4</td><td>S-3</td><td>S-2</td><td>S-1</td><td>計</td></tr><tr><td>数量 m</td><td>0</td><td>4,055</td><td>3,612</td><td>853</td><td>0</td><td>8,520</td></tr><tr><td>割合</td><td>0%</td><td>48%</td><td>42%</td><td>10%</td><td>0%</td><td>100%</td></tr></table>						区分	S-5	S-4	S-3	S-2	S-1	計	数量 m	0	4,055	3,612	853	0	8,520	割合	0%	48%	42%	10%	0%	100%
	区分	S-5	S-4	S-3	S-2	S-1	計																						
	数量 m	0	4,055	3,612	853	0	8,520																						
	割合	0%	48%	42%	10%	0%	100%																						
	耐震診断結果		本施設の暗渠部の内、第三者への影響が極めて大きい鉄道横断部について、レベル2地震動を対象に応答変位法による照査を行ったところ、応答値が限界値を超過しており、所用の安定性が確保されていない結果となった。																										
管理水準	S-2	主要道路横断部・民家等隣接区間については、劣化により他財産に影響が及ばないよう早期に対策を実施するため「S-2」とする。																											
	S-1	上記以外の区間については、「S-1」とする。																											
性能低下予測		健全度評価結果及び供用年数から、最小二乗法による単一劣化曲線によりグループ毎に性能低下予測を行った。 その結果、施設の機能が失われる又は著しく低下するリスクが高い状態となるS-1評価となるまでの期間は、全体の大半を占めるグループで経過年数58年目(今後17年後)、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となるS-2評価となるまでの期間は、経過年数58年目(今後9年後)となった。																											
4 機能 保全 対策	対策工法		本施設の対策工法については、施設健全度及び主な劣化要因を考慮し、以下のとおり検討した。 S-5及びS-4の施設については、対策の実施は行わず、経過観察とした。 S-3の内、劣化要因が摩耗・すりへりのものは、摩耗への耐久性の向上を目的に表面被覆工法とした。また、劣化要因が初期欠陥のものは、ひび割れ補修工法とした。																										
	対策時期		性能低下予測と対策工法の検討結果より機能保全対策時期を供用開始から〇〇年、〇〇年、〇〇年に設定した。																										
	機能保全コスト算定		採用シナリオ	〇																									
			最高シナリオ						〇	単位:千円																			
			項目	シナリオ①(1+4)	シナリオ②(2+4)	シナリオ③(3+4)	シナリオ④(1+5)	シナリオ⑤(2+5)	シナリオ⑥(3+5)	備考																			
			①調査費																										
			②維持管理費																										
			③事業費	160,730	69,214	4,757	165,308	73,792	9,335	当面必要な対策																			
			④対策費	308,123	490,051	845,630	306,191	488,119	843,698	将来必要な対策																			
			⑤残存価値	13,425	38,656	225,103	13,432	38,663	225,110																				
機能保全コスト			455,428	520,609	625,284	458,067	523,248	627,923	Σ(①~④)-⑤																				
機能保全コスト低減率=(1-(採用シナリオ/最高シナリオ))×100=27.5%																													
農業水利システムの機能保全の方向性		〔課題〕〇〇〇幹線水路系については、営農変化に伴い一部の地区で用水需要が減少 〔機能保全の方向性〕 ①現状6箇所の揚水機場のうち、〇〇揚水機場と△△揚水機場を統合し、新たに□□揚水機場の造成を検討 ②用水需要を精査し、〇〇年から予定している老朽化対策において、一部の支線水路においてダウンサイジングを検討																											
施設監視計画		本施設は、比較的健全度が高いことから、当該調査と同程度の内容の調査を5年間隔で実施することが望ましいと判断した。																											

(10) 機能保全コストの算定

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。

機能保全コスト算定の対象期間は、土地改良事業における経済効果算定期間等を参考に 40 年間又は工事期間+40 年間とすることを基本とする。

機能保全コストは、算定対象期間に発生する経費の総額から、期間最終年度時点における残存価値を控除するとともに、将来の費用は社会的割引率（年 4 %）を適用して現在価値に換算して算定し、比較を行う。その際、適用しない場合も算定し比較を行うなど、慎重に検討することが必要である。

【解説】

ア 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、経済比較により、機能保全コストが最小となるシナリオを当該施設の対策工法として採用する。具体的には、以下のとおりである。

（ア） 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。

（イ） 機能保全コストは、算定対象期間に発生する以下の経費等を計上する。

- ① 調査、計画、設計に要する費用（調査費等）
- ② 維持管理費（運転経費、管理の範疇の補修経費等）
- ③ 更新整備や予防保全対策に要する経費（工事費等）

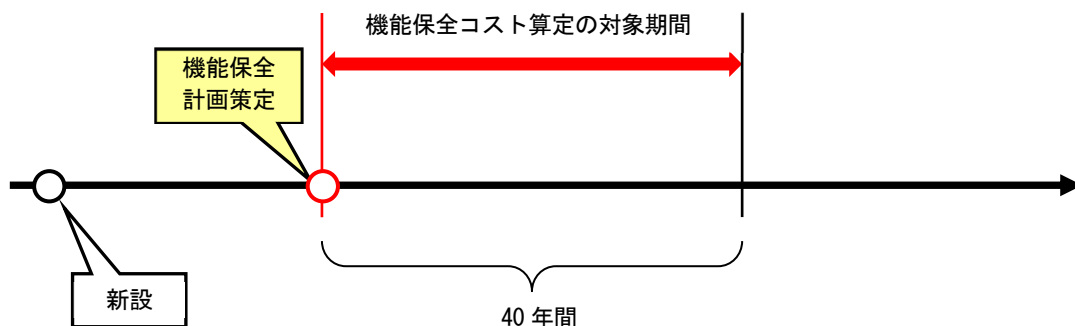
なお、比較対象となるそれぞれのシナリオにおいて、調査・設計及び維持管理に要する経費に大きな差が見込まれない場合には、機能保全コストにこれらを含めないで検討してもよい。

（ウ） 検討対象期間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。

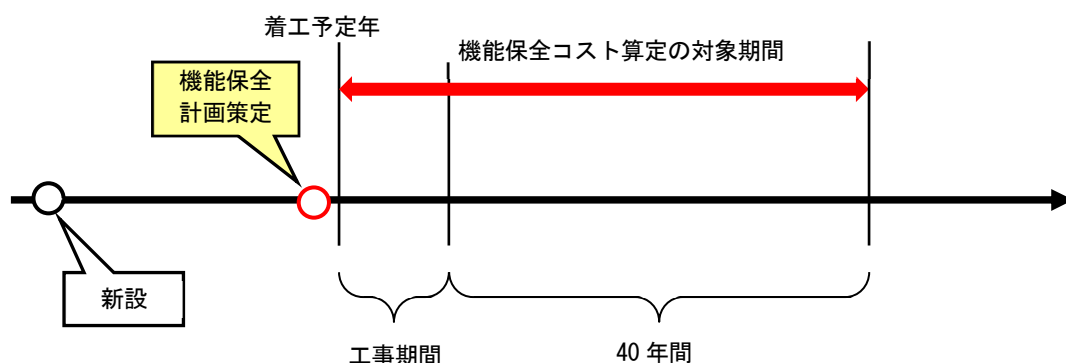
（エ） 検討対象期間の各年度における上記の合計額について、基本的に社会的割引率により現在価値に換算した上で、累計することにより、機能保全コストを算定する。

- イ 機能保全コスト算定の対象期間については、長期とすると不確定の要素による影響が支配的となるほか、社会的割引率によるそれぞれの選択肢に与える影響は小さくなる。このため、公共事業の多くで40～60年の期間を用いていること、土地改良事業の経済効果算定が「工事期間+40年間」とされていることを踏まえ、機能保全コスト算定の対象期間は40年を基本とする。なお、工事期間が明らかな場合には、40年に工事期間を加えた年数とする。

《工事期間が未定の場合》



《工事期間が明らかな場合》



【図2-37 機能保全コスト算定の対象期間】

- ウ 農業水利施設のストックマネジメントにおける機能保全コストの算出においては、社会的割引率を適用して現在価値に換算することを基本とする。
- エ 機能保全コストの算定における社会的割引率は、公共投資の費用対効果分析で用いられる4%を適用して検討することを基本とする。
- オ 社会的割引率（4%）を適用して現在価値化すると、将来の機能保全コストが圧縮されるため、機能保全コスト全体への影響が小さく評価され、予防保全よりも事後保全の方が有利となるなど、最適シナリオの選定などの意思決定に影響を及ぼす可能性がある。このため、社会的割引率を適用しない場合の機能保全コストの算定や、対策時期が先送りになるシナリオが優位となる場合において、リスク管理の観点から対策実施前に事故等により施設が機能停止した場合の影響度も考慮するなど、慎重に検討することが必要である。

【参考】 公共事業分野における社会的割引率

費用対効果分析の前提となる社会的割引率等の指標等の前提条件については、関係行政機関においてその妥当性について検証し、各事業間で整合性を確保することとなっている。このため、公共事業の分野では全て4%が適用されている。(令和4年6月現在)

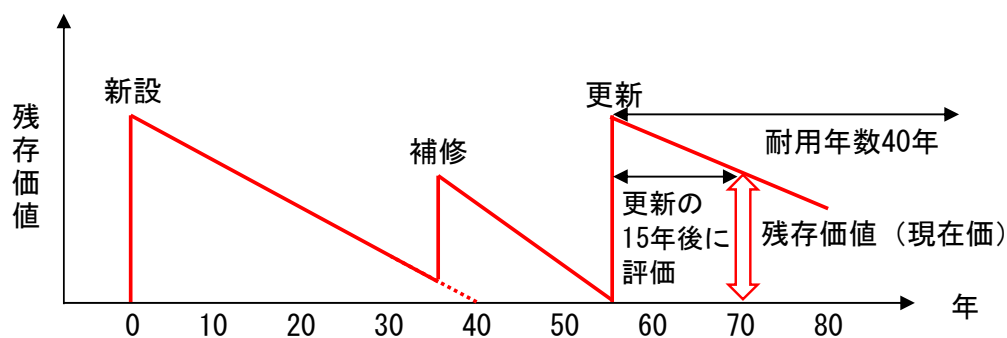
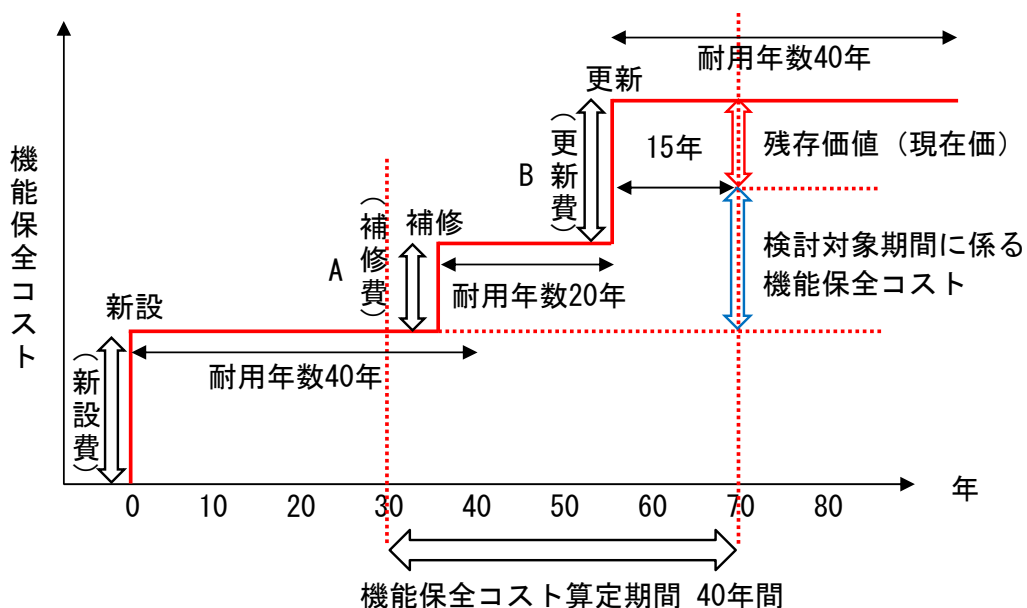
現在価値 = t 年の実際の費用 $\times$ t 年次の割引係数

$$t\text{年次の割引係数} = \frac{1}{(1 + \text{社会的割引率}(4\%))^t}$$

【表2-24 割引率4.0%における割引係数】

年数	割引係数	年数	割引係数	年数	割引係数	年数	割引係数
0	1.00000	20	0.45639	40	0.20829	60	0.09506
1	0.96154	21	0.43883	41	0.20028	61	0.09140
2	0.92456	22	0.42196	42	0.19257	62	0.08789
3	0.88900	23	0.40573	43	0.18517	63	0.08451
4	0.85480	24	0.39012	44	0.17805	64	0.08126
5	0.82193	25	0.37512	45	0.17120	65	0.07813
6	0.79031	26	0.36069	46	0.16461	66	0.07513
7	0.75992	27	0.34682	47	0.15828	67	0.07224
8	0.73069	28	0.33348	48	0.15219	68	0.06946
9	0.70259	29	0.32065	49	0.14634	69	0.06679
10	0.67556	30	0.30832	50	0.14071	70	0.06422
11	0.64958	31	0.29646	51	0.13530	71	0.06175
12	0.62460	32	0.28506	52	0.13010	72	0.05937
13	0.60057	33	0.27409	53	0.12509	73	0.05709
14	0.57748	34	0.26355	54	0.12028	74	0.05490
15	0.55526	35	0.25342	55	0.11566	75	0.05278
16	0.53391	36	0.24367	56	0.11121	76	0.05075
17	0.51337	37	0.23430	57	0.10693	77	0.04880
18	0.49363	38	0.22529	58	0.10282	78	0.04692
19	0.47464	39	0.21662	59	0.09886	79	0.04512

カ 比較対象とする機能保全コストは、算定対象期間に発生する総費用（調査費等、維持管理費、工事費等）から、機能保全コスト算定対象期間最終年度時点の残存価値を控除して求める。



【図 2－38 残存価値の算定】

上記の例により残存価値（現在価）を算定すると、次のとおりとなる。

$$\text{残存価値（現在価）} = \text{更新費用} \times (1 - 15 \text{ 年} / 40 \text{ 年}) \times \text{割引係数}^{\ast}$$

※ 機能保全コスト算定対象期間最終年度時点の割引係数

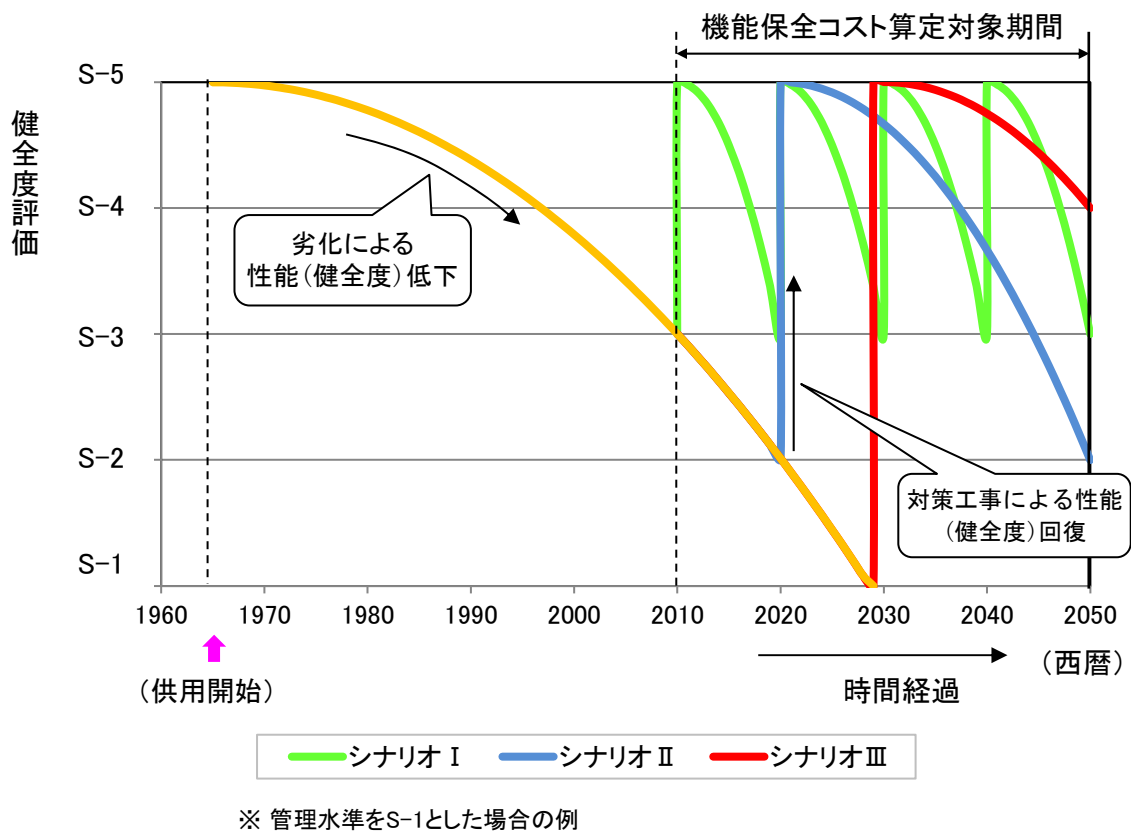
【参考】シナリオ設定と機能保全コスト比較の検討例

(1) 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（ひび割れ修復・断面修復）を施し、以後 10 年間隔で補修工法を繰り返すシナリオ
2010、2020、2030、2040 補修（耐用期間 10 年）
- ・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）を施すシナリオ
2020 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
2029 更新（耐用期間 40 年）

このシナリオごとの健全度の経過をグラフに表せば、図 2-39 のとおりとなる。



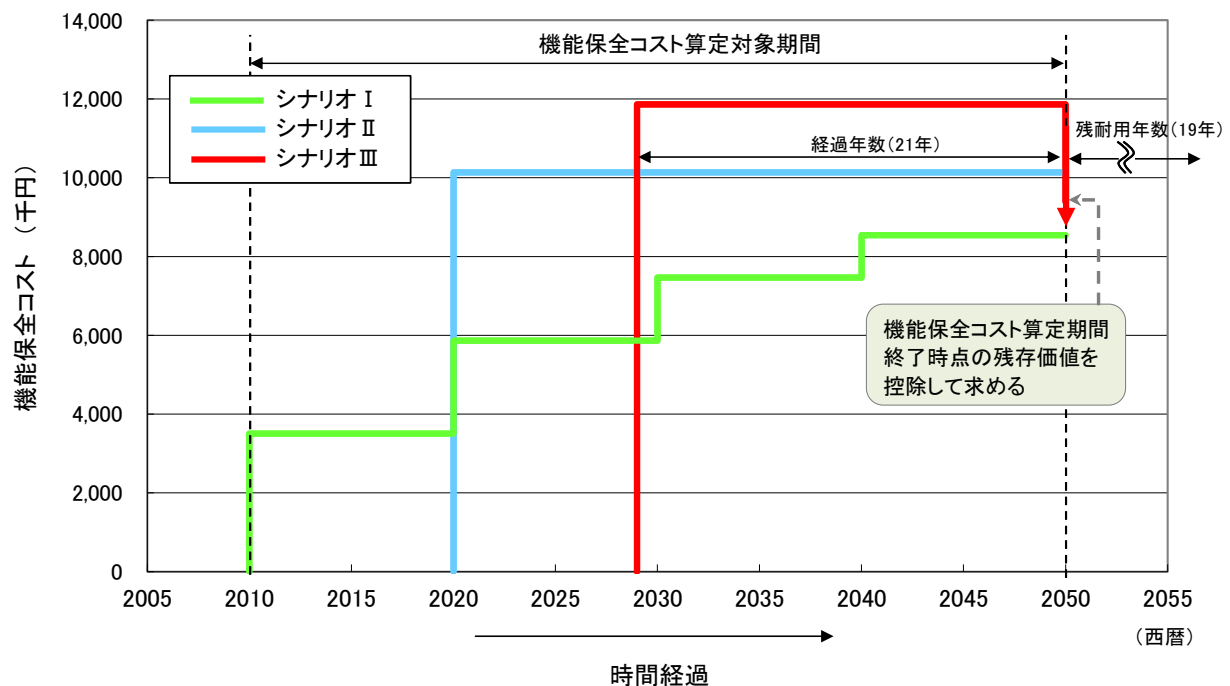
【図 2-39 シナリオごとの健全度の経過】

(2) 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。
- 検討例では、機能保全コストが最小となる「シナリオⅠ」を採用する。

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２－４０のとおりとなる。



【図２－４０ シナリオごとの機能保全コストの比較】

【表２－２５ 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	45年	2010年	取水口・吸水槽	1式	対策①+②	3,500	3,500	0	8,541	1	S-3段階で補修工法(ひび割れ修復・断面修復)を施し、以後10年間隔で補修工法を繰り返すシナリオ。
	55年	2020年	取水口・吸水槽	1式	対策①+②	3,500	2,365	0			
	65年	2030年	取水口・吸水槽	1式	対策①+②	3,500	1,597	0			
	75年	2040年	取水口・吸水槽	1式	対策①+②	3,500	1,079	0			
			小計			14,000	8,541	0			
Ⅱ	55年	2020年	取水口・吸水槽	1式	対策③	15,000	10,134	0	10,134	3	S-2段階で補強工法(連続繊維シート接着工法)を施すシナリオ。
			小計			15,000	10,134	0			
Ⅲ	64年	2029年	取水口・吸水槽	1式	対策④	25,000	11,865	2,474	9,391	2	S-1段階で施設の更新を行うシナリオ。
			小計			25,000	11,865	2,474			

7 施設監視と対策の実施

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期（適期）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、具体的な監視内容・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】

- ア 継続的な施設監視を通じて、実際の劣化の進行状況を見極めた上で、対策を適切な時期に実施していくことが重要である。この施設監視を着実に行うため、施設監視計画を適切に策定する必要がある。
- イ 施設監視計画は、機能保全計画の一部として策定するが、その策定に当たっては、機能診断による施設機能の評価結果を踏まえた上で、施設管理者とリスク・コミュニケーションを行い、個々の施設の状態に応じて、施設管理者が実施可能な測点・部位、監視内容・項目、監視頻度、監視の留意事項、次回予定診断時期等を定める必要がある。
- ウ 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。機能診断の際に設定した定点等における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。その際、適切に記録を残しておくことが重要である。
- エ 施設管理者が行う施設監視で健全度が変化するタイミングを把握することは困難であるため、施設造成者は施設監視を行った施設管理者から適宜その結果の報告を受けることにより、施設の劣化の進行状況を適切に把握しておくことが重要である。
- オ 特に、機能保全計画における対策予定年度を経過して対策が未実施となっている施設については、施設の劣化の状況（健全度）が次の段階に進まない範囲にあることを、施設監視を通じて確認していることが重要である。
他方、対策予定年度が到来していない施設については、施設管理者の負担や効率性等を考慮し、簡易な方法で実施してよい。
- カ 施設監視の結果を踏まえ、対策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。
- キ 施設監視のポイントとなる、監視内容・項目の設定、留意事項については、「手引き（工種別編）」、「農業水利施設の機能保全に関する調査計画の参考資料（案）計画編」を参照する。

8 情報の保存・蓄積・活用

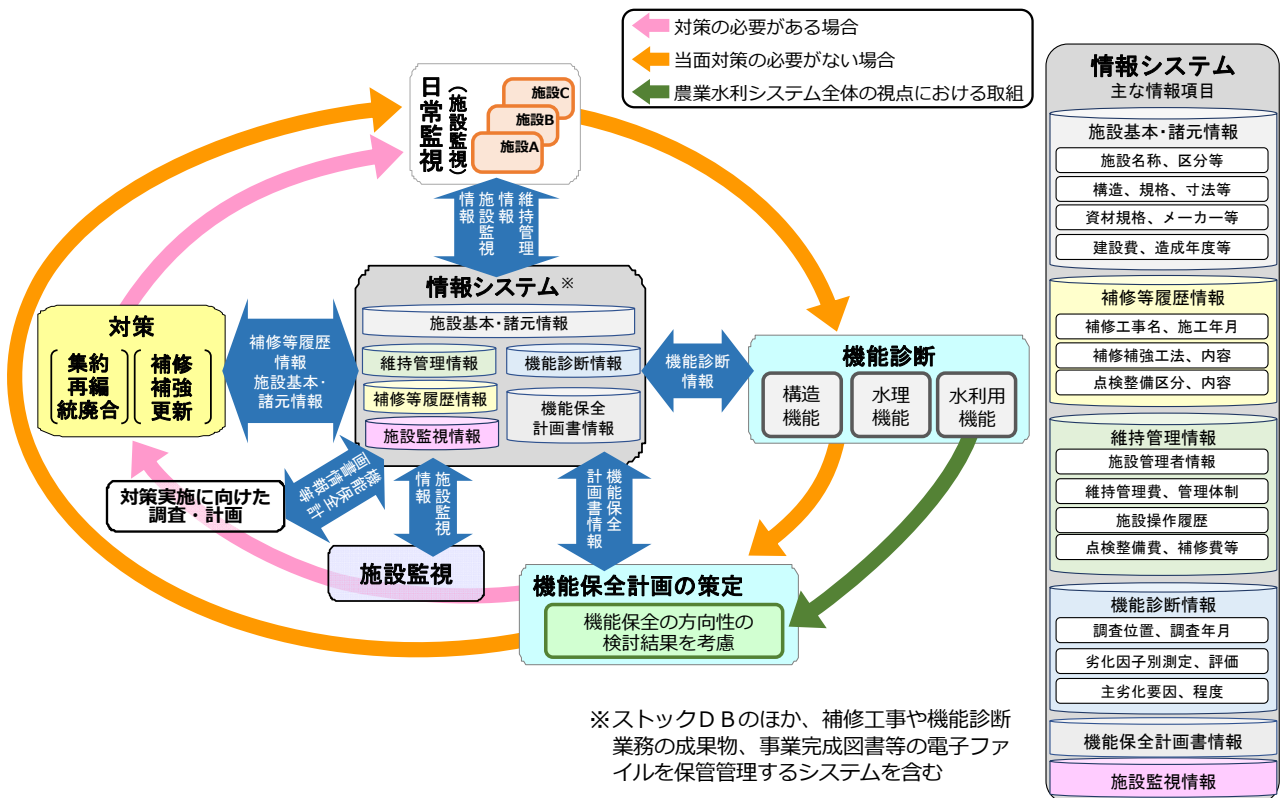
施設の劣化予測の精度を向上させ、適切な対策を検討するためには、造成時の設計・施工情報、過去の機能診断調査や補修の履歴情報等が必要となる。このため、施設ごとに履歴情報を保存・蓄積した情報システムを整備し、機能診断や対策の検討等の場面で、その活用を図ることが重要である。

【解説】

ア スtockマネジメントの実施に当たっては、点検結果や施設監視結果等に関する随時参照可能な現場データが重要な基礎情報となる。例えば点検においては、目視や非破壊検査によって構造物の変状や性能の変化をよく観察し、継続的かつ客観的に把握しておくことが必要であり、このことが適切な機能診断の基礎データとなる。しかしながら、これらの基礎情報は十分に整備されていない場合や、データが紙媒体で保存されていることも多く、情報の引出し・加工・分析に時間を要し、情報の紛失や活用が不十分な事例もみられる。

イ このため、施設基本・諸元情報、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情報を国が運用する情報システムに蓄積し、これらを随時容易に更新、検索、編集できる支援システムの構築が重要である（図2-41）。

ウ これにより、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。



【図2-41 スtockマネジメントのサイクルと情報システム】

（１）情報システムの役割

ストックマネジメントの各取組は、幅広い関係者が連携・情報共有を図りつつ継続的に実施するプロセスで構成されているため、最新の情報を確実に保存・蓄積し、容易に活用（共有・利用）できることが不可欠である。

そのため情報項目ごとの情報を蓄積するストックDBのほか、事業完了図書や業務、工事の報告書等の電子ファイルを蓄積する資料の保管システムと連携するとともに、情報精度の確保による信頼性の向上が重要である。

【解説】

ア 農業水利システム全体の視点での機能診断において、当該施設の基本機能の水利用機能を把握するためには、農業水利システムの当初計画における用水計画（受益面積、作付作物、用水系統等）のほか、当該施設の農業水利システム上での役割、基本情報（施設構造とその設計思想）や調査資料（施設構造を検討するために使用した地質等の調査資料）が必要である。

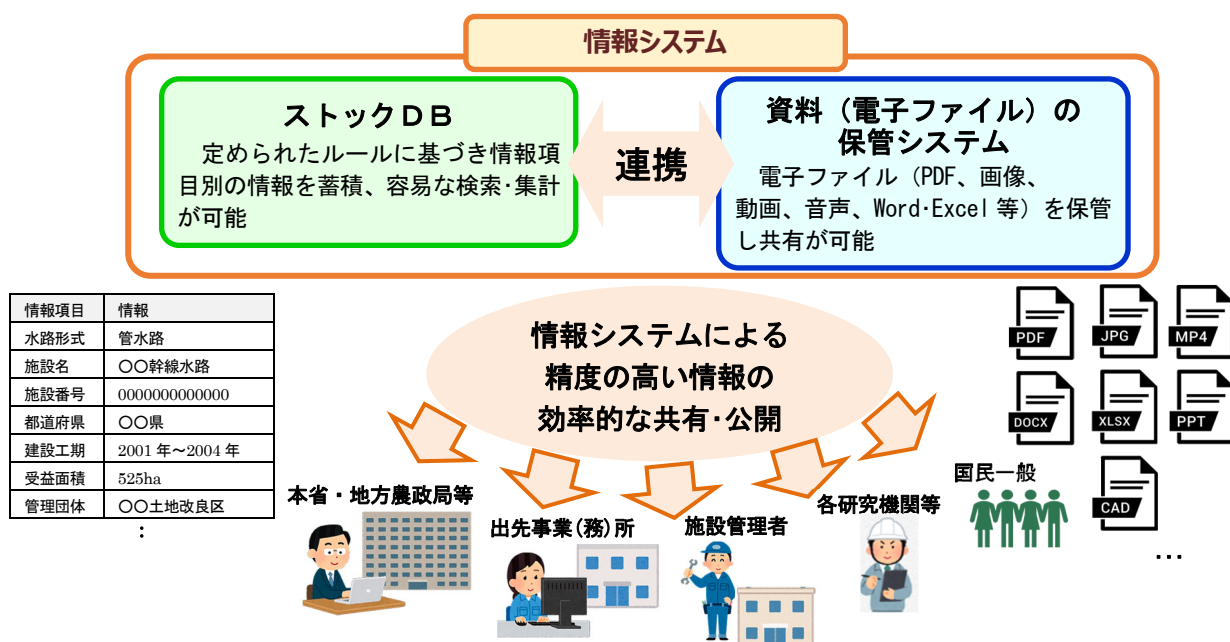
イ これらの情報は当該施設を造成した各プロセスの中で資料として整理されており、これらの資料を適期・適確に情報システムに保存・蓄積することで、活用が可能となる。

ウ 情報システムの役割は、これら情報の保存・蓄積・活用を行う利用者に対し、適切な環境を提供することである。

エ 農林水産省は情報項目別に情報を蓄積し、施設諸元等を容易に検索、集計できるストックDBのほか、当該施設の資料（電子ファイル）を蓄積し、検索・入手が可能な資料の保管システムを整備しており、相互に連携し、利用者へ提供している。

オ スtockDBで取り扱う情報のうち、適切な管理手法や対策の共有、新たな知見の獲得、新技術の開発、国民理解の醸成を図る上で有用な情報を段階的に公開していく。

カ 情報システムを有効かつ円滑に活用するためには、情報システムの管理・運用のほかに、適期に精度の高い情報の蓄積を行うための体制確保も重要である。



【図２－４２ 情報を保存・蓄積・活用するための主な情報システム】

(2) 機能保全に必要な資料の適期の保存・蓄積

ストックマネジメントの取組では最新の情報が有用であり、日常管理、機能診断、施設監視、対策の各段階で情報システムへ、適期に情報の保存・蓄積を行う必要がある。

【解説】

ア スtockマネジメントの取組において、各段階における必要な資料について、表2-26に例を示す。

イ 供用段階の資料のうち、施設管理者所有の資料については、個人情報等に配慮し、施設管理者への同意を得て情報の入手及び情報システムへの保存・蓄積を行う。

【表2-26 スtockマネジメントの取組で必要な資料（例）】

段階	情報の種類	資料	内容
計画	事業の目的	事業計画書、河川協議書	事業の目的、背景
	用水計画		受益面積、取水時期、営農計画
	整備構想		施設配置の考え方
造成	事業計画	事業成績書（完了図書）	事業の目的、内容（造成事業の開始時）
	事業出来形調書		経費別、施設別の整備内容・費用（年度ごと）、財産区分別決算額、用地費及び補償費内訳
	土地改良財産調書		農業水利ストック情報データベース登録施設一覧、土地改良施設整理台帳（工作物の部、土地の部、権利の部）、占・使用台帳、多目的使用調書、地区編入承認台帳、土地改良施設整理台帳付属図面（施設管理図）、譲与施設事跡簿、土地改良施設台帳、土地改良補償施設整理台帳、引継施設整理台帳
	維持管理計画、関連事業、河川協議の情報		造成施設の維持管理計画、関連他事業、関係文書（共同事業、河川占用、水利権）
	調査・測量・設計業務の情報	工事業務成果品	施設構造の設計思想と決定根拠
	工事情報		施設の最終的な構造、工事状況（写真）、使用材料
	工事完成図書（施設機械）		計算書、施工管理記録、取扱説明書、完成写真等
供用	他目的使用に関する情報	関係書類	他目的（事業目的以外）の施設利用情報
	改築、追加工事等に関する情報	関係書類	供用以後の施設構造の変更情報
	機能保全計画	機能保全計画書	施設の機能保全に係る診断、点検、監視、整備の計画
	施設長寿命化計画	施設長寿命化計画	地域特性、施設概要、機能診断、施設別改修経費の概定、整備年次計画、事業効用概定、推進体制等
	機能診断情報	業務成果品	施設情報の整理、機能診断調査内容（写真等含）、施設管理者への問診結果の詳細、健全度評価及びその根拠
	その他業務情報	業務成果品	施設に関するその他の調査・検討業務報告書等
	その他工事情報	工事成果品	施設に関するその他の工事内容・図面等の成果品
	地上権設定工事協議情報	関係書類	管水路など地上権を設定している場所での上部構造物等の協議内容
	原因者工事情報	関係書類	施設に影響する他機関等の工事の情報
	事故等の情報	関係書類	施設に関する事故（故障、漏水等）の事故・対応、復旧内容
	施設維持管理要領の変更情報	関係書類	管理要領を変更した場合の内容、背景・理由等
	施設操作・保安規程の変更情報	関係書類	施設操作・保安規程を変更した場合の内容、背景・理由等
	業務継続計画	関係書類	自然災害（地震、大雨）、事故への対応計画

9 関係者間の情報共有と役割分担

ストックマネジメントの各プロセスを通じて整理された情報については、施設造成者と施設管理者が積極的に共有するとともに、共同事業者、地方自治体、河川管理者等の関係機関とも必要な情報を適時に共有することが、限られた人員と資金を効率的に活用して施設の機能を保全していくために重要である。

また、関係者間の情報共有は、適切な合意形成や役割分担を実現するために必要である。

【解説】

- ア 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。
- イ 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（第2章 6（3）参照）を実施することが有効である。
- ウ 農業水利施設は、造成主体（財産所有者）、更新事業の事業主体、維持管理主体が異なる場合が多く、日常点検、施設監視、機能診断から対策に至るストックマネジメントの各プロセスにおいて、マネジメント主体が多面的であるという特色を有する。また、対策工事についても、国、地方公共団体等の事業主体に加えて受益者負担が求められており、費用負担者も重層的である。
- エ そのため、ストックマネジメントの実施に当たり、施設造成者、施設管理者（受益者）等の関係者間で情報を共有することが合意形成のために不可欠である。
- オ 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。劣化の進行に伴ってどのような損壊事故が発生し得るのか、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。この際、類似事例等を用いて説明するなど、理解を得やすいよう工夫すると効果的である。
- カ 一般的に許容し得るリスクの幅と対策費用は反比例するものである。また、農業水利施設の場合、道路トンネル等と比較して許容し得るリスクの幅が広く、受益者負担を伴うという財政的制約が存在することも考慮して、リスク情報の共有と共通理解の醸成を図りつつ、施設に応じた対策を選択していくことが基本となる。
- キ また、機能診断結果や機能保全対策に関する情報のみならず、受益者負担等の財政制約の観点から、例えば、積立金の状況などについて情報共有することは、適切な保全対策の検討と実施に向けて重要である。
- ク なお、直ちに何らかの対策が必要ではない場合であっても、施設の状態や対策が必要となる将来の見込み等に関する情報も併せて共有する。

付録 用語の定義

本手引きで使用している各用語の定義を以下に示す。

用 語	定 義	解 説
影響度	農業水利施設の機能停止が農業面と農業以外の面に及ぼす影響について、「影響が極めて大きい」、「影響が大きい」、「影響が限定的」、「影響が軽微」のように定性的に評価したもの。 自然災害により機能が停止する影響はここでは扱わない。	ここで用いられる「農業水利施設の機能停止が農業面と農業以外の面に及ぼす影響」は、リスク（不確かさが目的に及ぼす影響）と同義である。
管理	土地改良施設の管理とは、その維持、保存及び運用を指し、それらのためにする改築、追加工事等を含む。保全そのほかの管理を指して、保全管理ということもある。	
管理水準	施設の機能を維持する観点から、リスク管理の視点も考慮し、性能低下を許容し得る下限。	使用上の限界となる性能の水準（使用限界水準）を下回らないように設定する。
機能	構造物を対象とする「機能」とは、使用する目的に応じて構造物が果たすべき役割。	例えば、かんがいに必要な用水を所定の位置に必要な時期に、安全・確実にかつ必要な量を安定して流送・配分すること。つまり、機能は「ものの働き」を示す（直接数値化出来ない）一般用語である。 [function]
機能診断	機能の状態、変状の原因及び劣化の過程を把握するための調査とその結果の評価を含む概念。	本手引きにおいては、機能診断における調査を「機能診断調査」、評価を「機能診断評価」と表記している。
機能診断調査	施設の機能の状態、変状の原因及び劣化の過程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。
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	農業水利施設を対象とし、農業水利システムの一要素として要求される性能が発揮されるよう、供用可能状態に維持し、又は故障、欠点などを回復すること。	ある対象が要求されたときにその要求どおりに遂行する信頼性について定めた JIS Z 8115:2019「ディペンダビリティ（総合信頼性）用語」において、「機能保全」という用語はないが、「保全、保守」(maintenance) は「アイテムが要求どおりに実行可能な状態に維持され、又は修復されることを意図した、全ての技術的活動及び管理活動の組合せ」と定義され、「アイテムによっては、“整備”又は“メンテナンス”ということもある」との注記が付されている。 施設の補修、補強、更新、集約、再編及び統廃合が含まれる。
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とりまとめたもの。	
機能保全コスト	一定期間に発生する維持管理費用、対策工事に係る費用等のコストの総額。一定期間前の支出済みの経費と一定期間後に発生する経費は含まず、一定期間経過時点の残存価値は控除して算出する。	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、機能保全コストを用いて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。 農業水利施設については、その供用期限が設定されていないことから、LCCの代わりに、機能保全コストが用いられる。
機能保全対策	機能保全計画に基づく工事等のこと。	

用 語	定 義	解 説
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。
緊急保全	事前に想定できない予測不可能な突発事故等に対する緊急措置。	計画的に取り組む保全形式ではない。
健全度指標	施設の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もの。	
更新	施設又は設備を撤去し新しく置き換えること。 なお、農業水利システム全体を対象とした場合は、農業水利システムを構成する全施設を更新する場合だけではなく、一部の施設又は設備の更新とあわせてそのほかの施設又は設備の補修、補強等を包括して行うことも更新という。	
再編	複数の施設を対象とし、地区内全体で農業水利システムを編成しなおすこと（廃止が伴わない場合もある）。	例えば、受益範囲や用水系統を見直し、施設の新設や位置の変更、施設規模の拡大、縮小等の再整備を行った。
時間計画保全	予定の時間計画（スケジュール）に基づいて行う予防保全。予定の時間間隔で行う定期保全と設備や機器が予定の累積稼働時間に達したときに行う経時保全に大別される。	計画的に実施する定期点検（月点検・年点検）や定期整備（定期的な部品等の取替えを含む）は、時間計画保全に含まれる。 [Time Based Preventive Maintenance]
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。自ら管理する場合は施設造成者に同じ。	施設の利益を受ける農業者が組織する土地改良区がその管理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場合もある。
施設造成者	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、事前に譲与時の条件等について関係者に確認を行うことが重要である。
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。農業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。
事後保全	事故や故障により、当該施設の機能が停止又は管理水準に低下した後に行う機能保全。 通常事後保全と緊急保全に分類される。	当該施設の機能に支障が生じた後に対策を講じること。 [Breakdown Maintenance]
集約	同じ用途の2つ以上の施設が有する機能を1つ以上の施設にまとめること。	例えば、水管理の合理化のため、A取水口の近傍に位置するB取水口の機能をA取水口に集約（施設を合口）した。
状態監視保全	施設の状態を診断・監視し、その結果に応じて行う予防保全。 施設機械設備においては、運転中の設備の状態を計測装置などにより観測し、その観測値に基づいて行う予防保全。	常に設備状態の傾向を監視・分析することにより、適切な時期に保全を実施することが可能である。日常点検、定期点検及び機能診断調査時に得られた測定データの活用による劣化傾向の把握（傾向管理）も状態監視保全に含まれる。 [Condition Based Maintenance]
情報システム	情報を記憶、処理、転送する仕組みで、コンピュータを利用し、情報処理を一体的に行うように構成されている。	機能保全の取組においては、農業水利システムにおける個別施設のさまざまな情報のほか、農業水利システムを構築した背景、経緯等の情報が必要。
初期欠陥	施設の計画・設計・施工に起因する欠陥。	例えば、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。

用 語	定 義	解 説
水理ユニット	農業水利システムの構成要素として、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。	例えば、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（変化点）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。
ストックDB	農業水利ストック情報データベースの略称。	ストックマネジメントに必要な、施設基本・諸元情報、補修等履歴情報、維持管理情報、機能診断情報、機能保全計画書情報、施設監視情報をデータベースへ文字・数値情報として蓄積、データを必要とする者へ提供することにより、ストックマネジメントの取組を補助する情報システム。
ストックマネジメント	定期的な機能診断及び継続的な施設監視に基づく適時・適切な機能保全対策を通じて、リスク管理を行いつつ、農業水利施設の機能を保全することで施設の長寿命化とライフサイクルコストの低減を図る具体的な管理手法。	農業農村整備の分野において用いられる専門用語として定義したもの。 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。
性能	構造物を対象とする「性能」とは、使用する目的あるいは要求に応じて構造物が発揮すべき能力。	例えば、通水量や分水量、水位の制御など数値化できる能力。つまり、性能は、「ものの働き具合」を示す（定量的な評価が可能な具体的な数値等を含む）技術用語である。 [performance]
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。
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。
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。
長寿命化	農業水利施設の機能診断に基づく機能保全対策により供用年数を延伸する行為。	
通常事後保全	緊急保全以外の事後保全。	地域住民の生命・財産が危険にさらされないこと並びに生活インフラ及び広域にわたる農業生産の機能が失われないことを前提に、影響度が低く施設管理者が速やかに自ら機能回復させることが可能な施設には、予防保全を適用したときの経済比較も踏まえて、通常事後保全で対応することを予め定めておく。
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。
統廃合	複数の施設を1つ以上の施設にまとめること（1つ以上の既存施設の廃止等が含まれる）。 なお、統廃合に集約の概念が含まれる場合もある。	例えば、受益範囲の減少等により、施設に要求される機能が変化した結果、A揚水機場で担っていたA河川からの取水機能の縮小が可能となり、A揚水機場を廃止し、上流のB取水口にその機能を統合させ、新たにC取水口として改築した。
農業水利システム	水源を確保して適切な時期に必要な量の農業用水を農作物に供給するとともに、その生育を阻害しないよう適切に排水する一連の施設体系。	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。

用 語	定 義	解 説
農業水利施設	農業水利システム全体で水利機能 normally 発現させるための構成要素。	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農業水利システムを構成する施設。
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、構造物区分ごとに規定した耐用年数。	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。
変状	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。劣化、初期欠陥、損傷を含む。	例えば、コンクリートでは、ひび割れ、剥離、欠損などの状態。 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。
補強	主に施設の構造的耐力を回復又は向上させること。	例えば、コンクリート増厚、強化繊維素材の貼付け等がこれにあたる。施設の一部に対する行為に関する概念。
補修	主に施設の耐久性、通水性及び水密性を回復又は向上させること。	劣化の進行を抑制すること又は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もしくは向上させること。 目地の修復、塗装等がこれにあたる。施設の一部に対する行為に関する概念。修繕と同義。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(2018年版)」の記述も参考に左記のとおりとした。
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や構造等の変状。	
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。	
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、長寿命化、LCCの低減、リスク軽減等の観点から、機能保全を図り、もって経済的に耐用年数の延伸が図られるように行う機能保全。 状態監視保全と時間計画保全に分類される。	「コンクリート標準示方書維持管理編(2018年版)」では、構造物に劣化を発生あるいは顕在化させない、もしくは、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ごと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、施設群全体の農業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。 JIS Z 8115:2019 において、「予防保全」は「アイテムの劣化の影響を緩和し、かつ、故障の発生確率を低減するために行う保全。」と定義されている。 [Preventative Maintenance]
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、保守、補修等の維持管理に要する経費及び廃棄に要する経費の合計金額。	JIS Z 8115:2019 において、「ライフサイクルコスト」は「アイテムのライフサイクル中に発生した総コスト。すなわち、アイテムの取得コスト、所有者コスト及び廃却コストの合計。」と定義されており、代表的なライフサイクル段階の例として、「概念及び定義、設計及び開発、製造又は建設、据え付け及び試運転、運用及び保全、寿命中間時期のアップグレード（性能・品質特性向上実施）又は寿命延長化の実施、並びに運用停止及び廃却」が示されている。

用 語	定 義	解 説
リスク	不確かさが目的に及ぼす影響。	農業水利施設については、施設の劣化や自然災害などにより、機能が停止するリスク及び管理要員の減少・高齢化、気候変動、財源不足等により必要な補修・補強が追いつかず求められる機能を十分に発揮できなくなるリスクが考えられる。 また、このような機能停止や機能低下が二次被害や第三者被害等の発生などを引き起こすリスクも考えられる。
リスク・アセスメント	リスク特定、リスク分析及びリスク評価を網羅するプロセス全体。	
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。	組織の外部及び内部の状況の変化に伴って、リスクが出現、変化又は消滅することがある。リスク管理は、これらの変化及び事象を適切に、かつ、時宜を得て予測し、発見し、認識し、それらの変化及び事象に対応する。 リスク管理のプロセスには、方針、手順及び方策を、コミュニケーション及び協議、状況の確定、並びにリスクのアセスメント、対応、モニタリング、レビュー、記録作成及び報告の活動に体系的に適用することが含まれる。 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、組織が継続的かつ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。

引用文献・参考文献

【引用文献】

- ・ 公益社団法人土木学会 『2018 年制定 コンクリート標準示方書[維持管理編]』
- ・ 公益社団法人日本コンクリート工学会 『コンクリート診断技術 ‘22』
- ・ 日本道路公団試験研究所 『トンネル補強補修研修事例紹介道路トンネル』 平成 10 年

【参考文献】

- ・ 『土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「水路工」』 平成 26 年 3 月
- ・ 社団法人土木学会 『アセットマネジメント導入への挑戦』
- ・ 岩村和平 『ストックマネジメント時代の制度作りに向けて』 農業土木学会誌 73 (11)
- ・ 中達雄、田中良和、向井章恵 『施設更新に対応する水路システムの性能設計』 農業土木学会誌 71 (5)
- ・ 渡嘉敷勝、長束勇、森充広、石村英明 『農業水利施設の性能管理へ向けた一考察』 農業土木学会誌 72 (3)
- ・ 大串和紀、大泉勝利 『性能設計と予防保全対策』 農業土木学会誌 73 (10)
- ・ National Asset Management Steering Group 『International Infrastructure Management MANUAL』 2006 Edition
- ・ 星谷勝、中村孝明 『構造物の地震リスクマネジメント』 2002 年 4 月 山海堂
- ・ 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－』 2015 年 8 月 養賢堂