

第4章 機能保全計画

4. 1 機能保全計画の策定プロセス

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

【解説】

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

- ・ なお、地圧による変状進行の可能性が高いと評価され、危険度が高く早急に対策を検討する必要があると判断された施設は、劣化予測のプロセスを経ることなく機能保全対策の実施シナリオの作成検討を行うことを基本とする。

水路トンネルの機能保全計画の策定フローを図4-1 に示す。

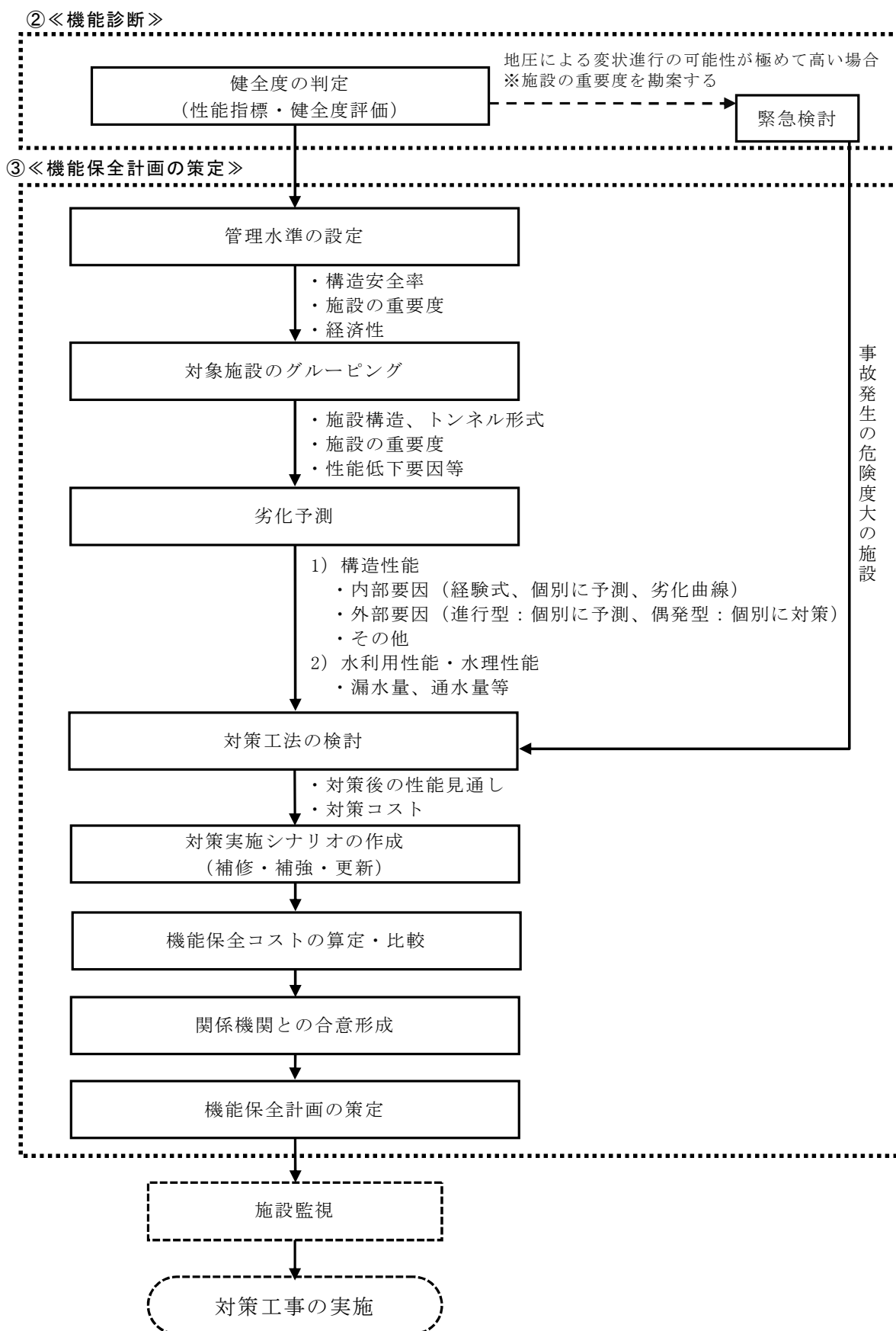


図 4-1 機能保全計画の策定フロー

4. 2 対象施設のグルーピング

対策の要否や対策工法の比較検討等を効率的に行うため、地質区分、施工方法、構造、設計条件、建設時からの経過年数、主な変状等の要因や劣化の進行状況等により同一の対策検討等を行うことが可能な施設群に分類し、グルーピングを行う。また、施設の重要度により管理水準が異なる場合も、これを区分する必要がある。

【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、地山や地質の特性、材料、構造形式、設計条件、建設時からの経過年数、変状の要因や覆工の変状の進行状況等の類似性から、劣化予測や対策工法の検討を同一のものとして行うことが可能な範囲・区間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、地山や地質の特性、材料、構造形式のほか、地圧や地下水等の変状要因、覆工の変状の進行状況、地圧による変状進行の可能性や健全度評価結果に着目して分類する。

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

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

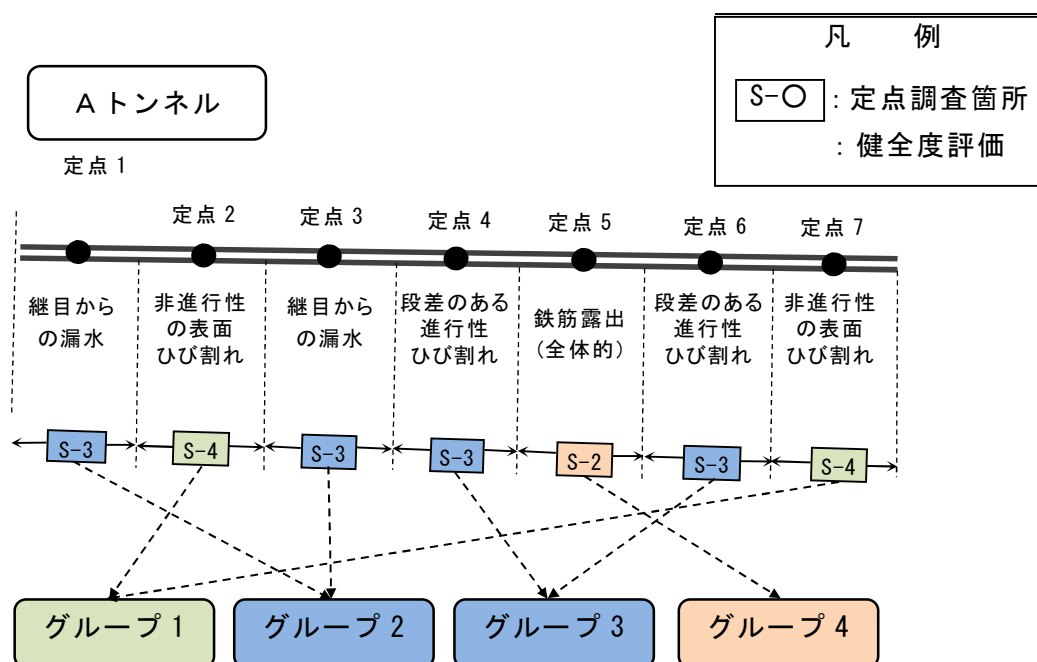


図 4-2 グルーピングの例

【参考】グルーピングの具体例

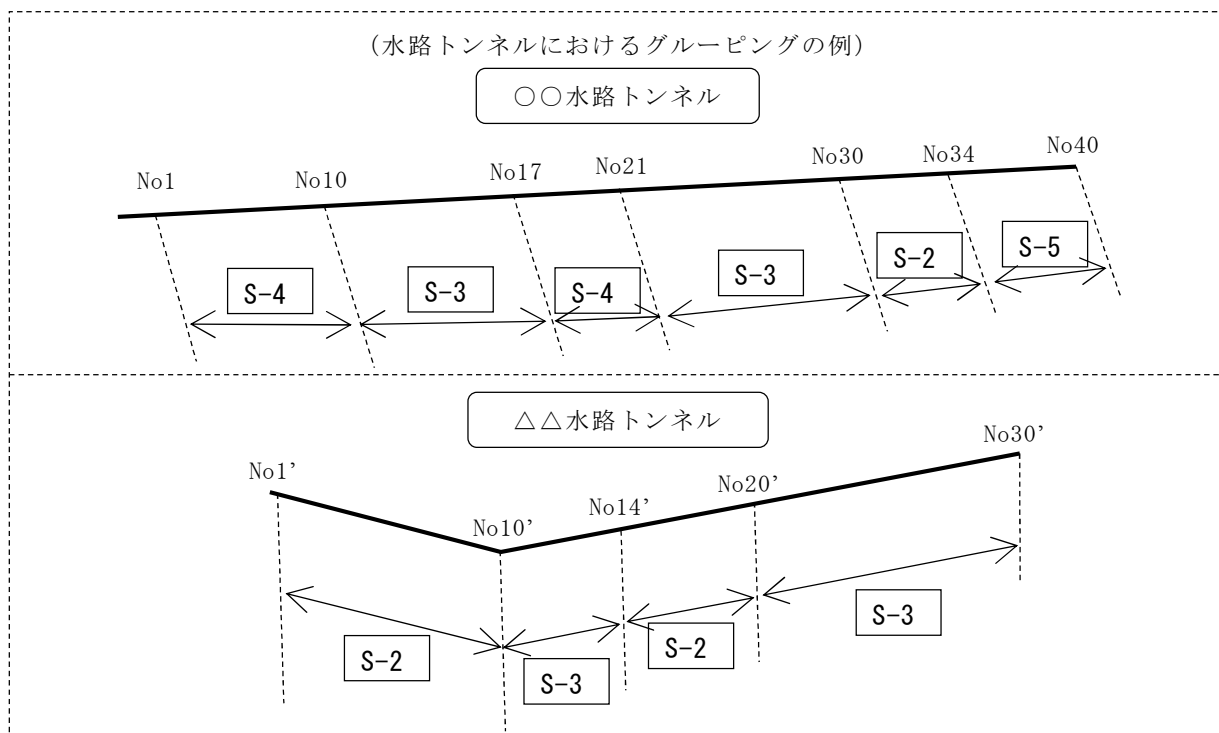


表 4-1 グルーピングの具体例

[機能診断調査結果]

対象施設（構造）	区間	健全度評価	延長（m）	グループ番号
〇〇水路トンネル	No 1 ～ 1 0	S-4	9 0	2
（無筋コンクリート覆工）	1 0 ～ 1 7	S-3	7 0	3
	1 7 ～ 2 1	S-4	4 0	2
	2 1 ～ 3 0	S-3	9 0	3
	3 0 ～ 3 4	S-2	4 0	4
	3 4 ～ 4 0	S-5	6 0	1
△△水路トンネル	No 1' ～ 1 0'	S-2	9 0	2 0
（鉄筋コンクリート覆工）	1 0' ～ 1 4'	S-3	4 0	1 0
	1 4' ～ 2 0'	S-2	6 0	2 0
	2 0' ～ 3 0'	S-3	1 0 0	1 0

[機能診断調査結果を基にグルーピング]

グループ番号	健全度評価	延長（m）
〇〇水路トンネル		
1	S-5	6 0
2	S-4	1 3 0
3	S-3	1 6 0
4	S-2	4 0

グループ番号	健全度評価	延長（m）
△△水路トンネル		
1 0	S-3	1 4 0
2 0	S-2	1 5 0

4. 3 劣化予測

劣化予測は、対策が必要となる時期や方法の比較検討を行う目的で実施する。性能低下は、施設の内部要因、外部要因、その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、これに基づく劣化予測を行う。地圧が支配的な要因となる場合の劣化予測については、地圧による変状進行の可能性に基づく予測を行うものとする。

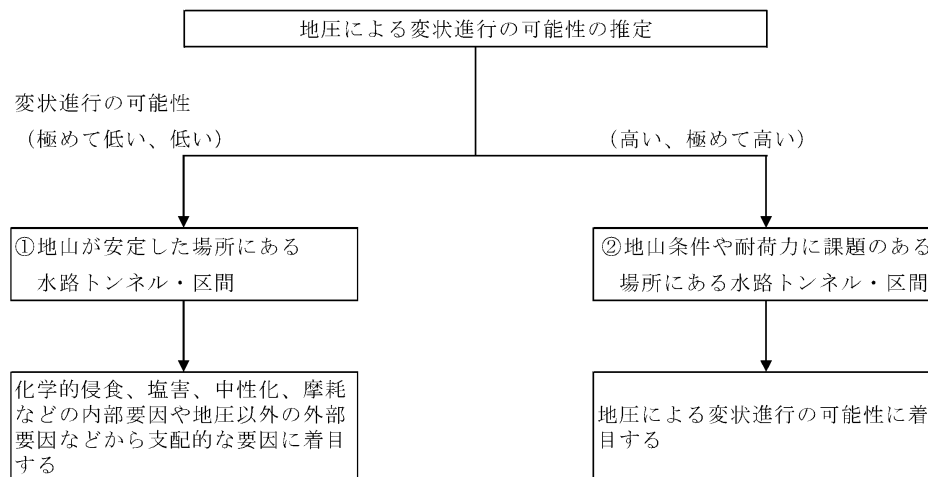
なお、機能診断を複数回行っている施設については、診断ごとの状況変化から劣化の支配的な要因を推定できる場合には、その要因の経過観察の結果に基づいて劣化予測を行うなど機能診断結果の蓄積による予測精度の向上に努める。

【解説】

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

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

- ・ 水路トンネルにおいては、構造的な安定性と地山等の外部条件から地圧による変状進行の可能性を推定した上で劣化予測の手法を区分し、地圧が支配的要因となる場合は、地圧による変状進行の可能性に着目して劣化予測を行うことが重要である。



※変状進行の可能性による区分は、図 3-9 による。

図 4-3 地圧による変状進行の可能性を考慮した劣化予測の流れ

- ・ 以下に、主要因別の劣化予測について示す。

(1) 外部要因

1) 地圧による変状

- ・ 地圧は、地質・地形や土かぶり等の地山条件、覆工背面の空洞、地下水の変動及び近接施工等に起因して発生するため、地圧による変状に伴う劣化予測を行うに当たっては、関連する種々の条件を、技術的な観点から総合的に検討する必要がある。

2) 偶発的な外力による変形・変位・損傷等

- ・ 偶発的な要因による変形・変位・損傷等については、当該変状が施設性能に及ぼす影響を個別に判断するとともに、今後の時間経過により進行する可能性があるかどうかを判断する。
- ・ また、鉄筋コンクリート覆工、坑口については、ひび割れが大きい場合、鉄筋の腐食を誘発することがあるため、このような懸念がある場合には、個別に対策の要否を判定する。

3) 不同沈下、トンネル周辺の開発などに伴う変形・変位・損傷等

- ・ トンネルが建設された箇所の地山条件等の個別条件によりコンクリート覆工の性能低下の進行が大きく異なるため、過去の調査履歴や建設当初からの変化の状況、施設管理者からの時系列情報等を基に、変形量等と経過時間との相関関係を推定す

るなどの方法により、水利用機能に支障を来すまでの期間を個別に予測する。

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

（２）内部要因

１）性能低下過程の経験式が存在するもの（コンクリートの化学的侵食、中性化、塩害）

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

【化学的侵食による劣化進行予測式】

＜コンクリートの侵食深さが時間の平方根に比例する場合における進行予測式＞

$$y = \gamma c (a \cdot \sqrt{t} + b)$$

ここに、 y ：コンクリートの侵食深さ（mm）

t ：化学的侵食をもたらす物質に曝される期間（年）

a ：コンクリートの侵食速度係数（mm/√年）

b ：係数（初期から劣化が進行する場合、 $b=0$ ）

γc ：予測の精度に関する安全係数（一般的に1.0）

＜コンクリートの侵食深さが時間に比例する場合における進行予測式＞

$$y = \gamma c (c \cdot t + d)$$

ここに、 y ：コンクリートの侵食深さ（mm）

t ：化学的侵食をもたらす物質に曝される期間（年）

c ：コンクリートの侵食速度係数（mm/√年）， $c = e \cdot [H_2S] + f$

$[H_2S]$ ：硫化水素濃度（ppm）

d, e, f ：係数（初期から劣化が進行する場合、 $d=0$ ）

γc ：予測の精度に関する安全係数（一般的に1.0）

【中性化の潜伏期における進行予測式】

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

ここに、 y ：中性化深さ（mm）

t ：中性化期間（年）

b ：中性化速度係数（mm/√年）

【塩害の潜伏期における塩化物イオンの拡散予測式】

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

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

C_i ：初期含有塩化物イオン濃度 (kg/m³)

C_0 ：表面における塩化物イオン濃度 (kg/m³)

d ：塩化物イオンの見かけの拡散係数 (cm²/年)

erf ：誤差関数

γ_{cl} ：予測の精度に関する安全係数 (一般的に 1.0)

2) 個々の変状から個別に劣化の進行を推定するもの

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

3) 複合的な要因で劣化が進行しているもの

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

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

(3) その他の要因

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

【参考】標準劣化曲線について

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

しかしながら、標準的な劣化曲線の設定の基礎となったデータは、ばらつきが大きいことから、これを利用する際にはそのことに留意し、慎重に取り扱うことが必要である。なお、標準的な劣化曲線の在り方については、今後のストックマネジメントの実践とデータ蓄積により、随時検討を行うこととしている。

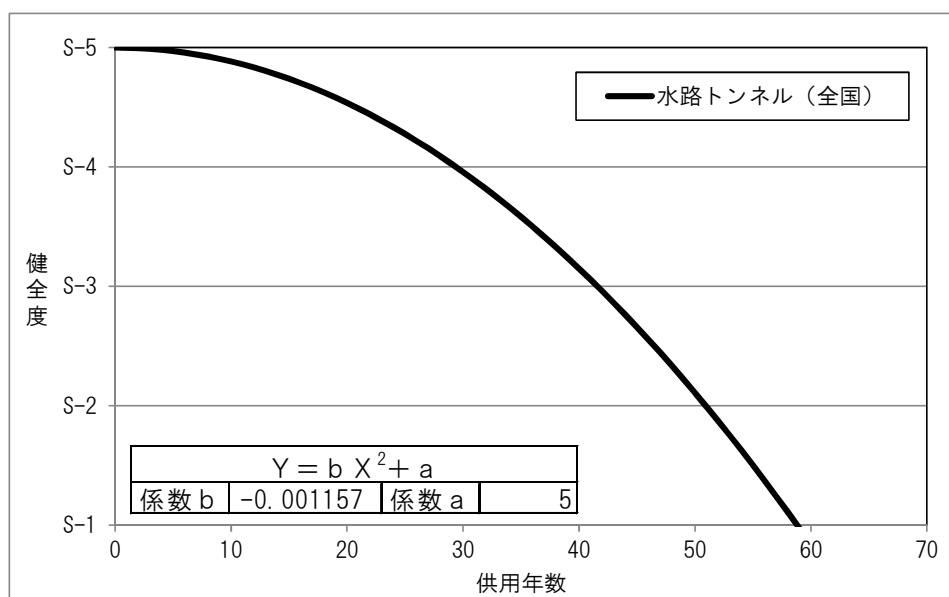


図 4-4 農業水利施設における標準的な劣化曲線（水路トンネルの例）

4. 4 機能保全計画の策定

4. 4. 1 機能保全計画の作成

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

【解説】

- ・ 機能保全計画については、着目する性能の管理水準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。
- ・ 水路トンネルの機能保全対策の実施に際しては、通年取水等の制約により断水時間の制限や減水通水の必要等が生じる場合がある。このため、仮設工事の方法や範囲、減水時の必要水量などについて十分検討し、将来の保守管理・保全性を考慮した上で計画を策定する必要がある。
- ・ なお、地圧による変状進行の可能性が高いと評価され、危険度が高く早急に対策を検討する必要があると判断された施設は、劣化予測のプロセスを経ることなく、機能保全対策の実施シナリオの作成検討を行うことを基本とする。

（１）対策実施後の性能低下の見通し

- ① 予防的な保全対策の実施後の劣化予測は、過去の実績や類似の事例などから想定してこれを設定する。
- ② 全面的な更新の場合には、新設の場合と同等の標準的な耐用年数を想定する。
ただし、地区の環境などの特性により、十分な評価、検討を行った上で、これを補正することが可能な場合には、補正を行う。

（２）対策の実施時期

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

4. 4. 2 対策工法選定に当たっての留意事項

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

水路トンネルの機能保全対策は、断水できないこと等による制約を受けることが多いため、類似工法の実績などの情報を可能な限り加味して、適切な対策工法の選定を行う。採用する対策工法については、機能診断結果に基づく施設の劣化予測を踏まえ、技術面・経済面・リスク面でも妥当であると考えられる対策の組み合わせを、検討のシナリオとして複数設定する。

【解説】

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

（地圧による変状進行の可能性）

地圧による変状進行の可能性による区分を行う。①変状進行の可能性が低いと評価されたトンネルでは、支配的な劣化要因に基づいた対策工法を選定する。②変状進行の可能性が高いと評価されたトンネルでは、施設の重要度を勘案した上で、劣化予測のプロセスを経ることなく機能保全対策の実施シナリオの作成検討を行うことを基本とする。

地圧による変状進行の可能性がある場合等では、早期に裏込注入等の対策を行うなど、適時・適切な対策を行うことにより、将来的に大掛かりな補強や更新を行う必要がないよう、留意する必要がある。

また、進行性の地圧等による変状に対し、覆工の補強等の対策を行う場合には、対策時の覆工の応力状態を考慮して設計するよう、留意する必要がある。

なお、緊急に補強等の対策が必要な場合においては、変状の要因を把握し、覆工の応力状態を考慮した上で、適切な対策工法を選択し、実施する必要がある。

（多様な劣化要因の存在）

水路トンネルは線的構造物であり、延長が長いこと、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。変状の要因も流水や荷重の影響、地盤条件、温度変化、腐食物質の流入など多様で、さらにこれらが複合していることもあり、変状の種類や程度が場所により異なる可能性がある。

変状の要因として複合的な劣化が予想される場合には、①各性能低下のメカニズムに共通した対策工法を選択する、②複数の工法を併用するなどの対応方法を検討する。

（施工条件に適した材料の選定）

裏込注入等を行う場合、地下水による材料分離が生じることのないよう、その材料の選定に当たっては留意する必要がある。

（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。

（仮設工事）

対策工事を行うに当たって、運用上断水できない区間については、水路の仮切回し等の検討を必要とする場合がある。このような施設の対策工事においては、施工の方法や位置、期間、費用について十分な検討を行い、必要に応じて施工後における緊急用あるいは保守管理用のバイパストンネルとしての活用などについても考慮しておくことが望ましい。

（工事期間）

特に通年取水を実施している地区については、断水あるいは減水による影響とその期間について、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）

水路トンネルの中には、歴史的な価値がある場合等があるので、対策工法を選定に当たっては、現状保存が可能か、補修・補強で原形復旧が可能かなどについても考慮しておく必要がある。

（環境との調和への配慮）

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

(新技術の適用)

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

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

4. 4. 3 経済性による対策の検討

経済性による対策の検討は、機能保全コストの比較により行う。

【解説】

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

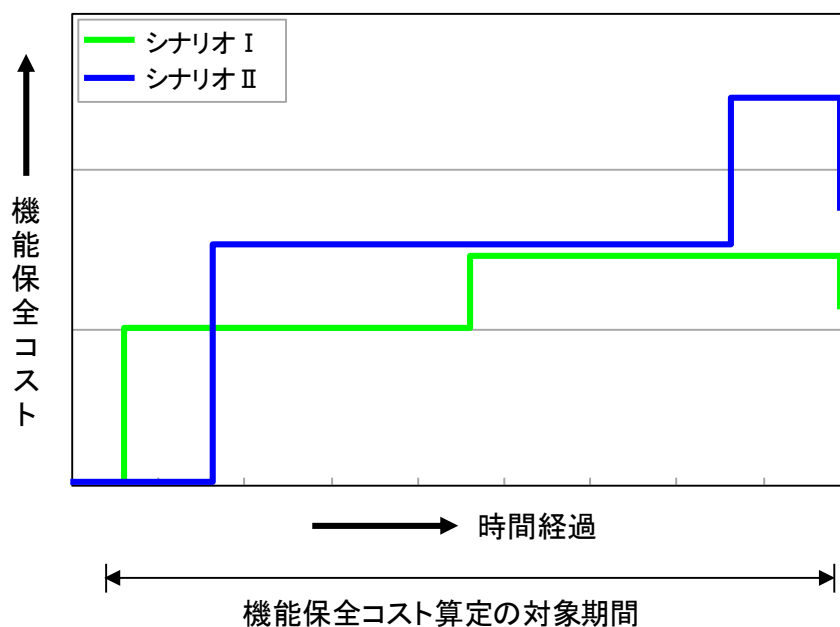


図 4-5 機能保全コストの比較

【参考】水路トンネルにおけるシナリオ設定と機能保全コスト比較の検討例

- ・ 変状が進行している水路トンネルについて、機能診断に基づく劣化予測をしたところ、
 α （補修を必要とする（S-3 到達）までの期間）＝ 0 年（現時点で S-3）
 β （補強を必要とする（S-2 到達）までの期間）＝ 7 年
 との結果が得られたとする。

（対策工法の検討とシナリオ作成）

技術的な視点から検討した当該施設に適用可能な対策工法と検討のシナリオとして、以下の 2 つのケースを検討。

- ・ シナリオⅠ：S-3 段階で補修工法（断面修復・ひび割れ修復）を施し、以後 10 年間隔で補修工法を繰り返すシナリオ
 2017、2027、2037、2047 補修（耐用期間 10 年）
 ※計画策定の 2 年後から対策を実施
- ・ シナリオⅡ：S-2 段階で補強工法（製管工法）を施し、以後 30 年間隔で補修工法を繰り返すシナリオ
 2022、2052 補強（耐用期間 30 年）

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

このシナリオ毎の健全度の経過をグラフに表せば、図 4-6 のとおりとなる。

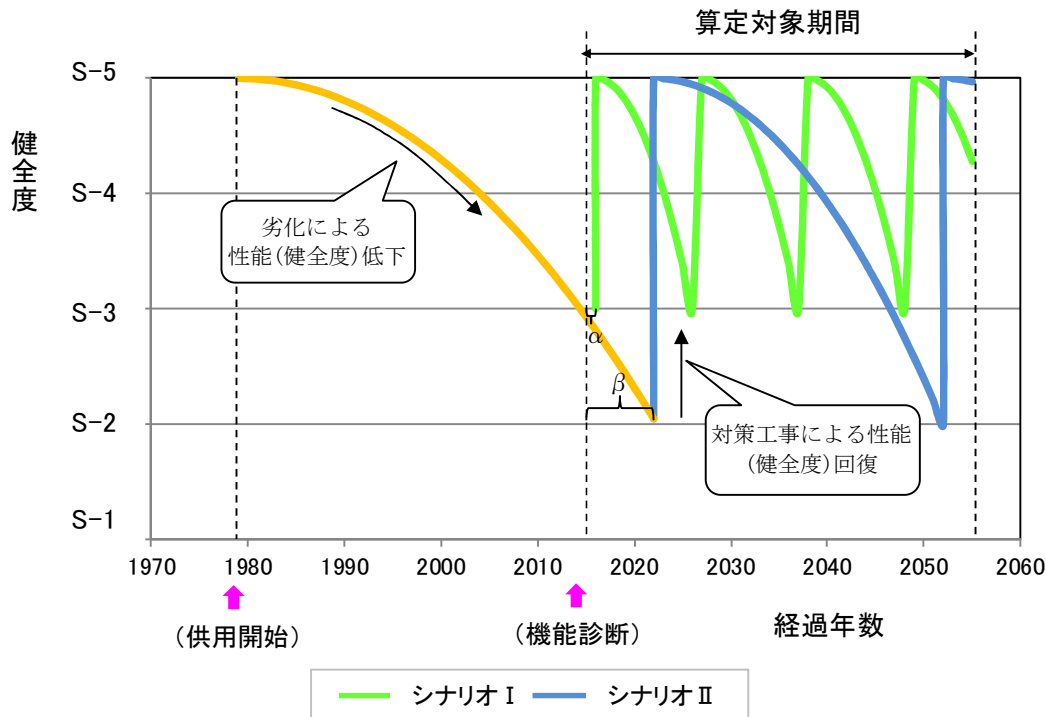


図 4-6 シナリオ毎の健全度の経過

(比較チャートの作成)

上記までの検討経過を比較チャートに整理する。

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

このシナリオごとの機能保全コストの比較をグラフに表せば、図 4-7 のとおりとなる。

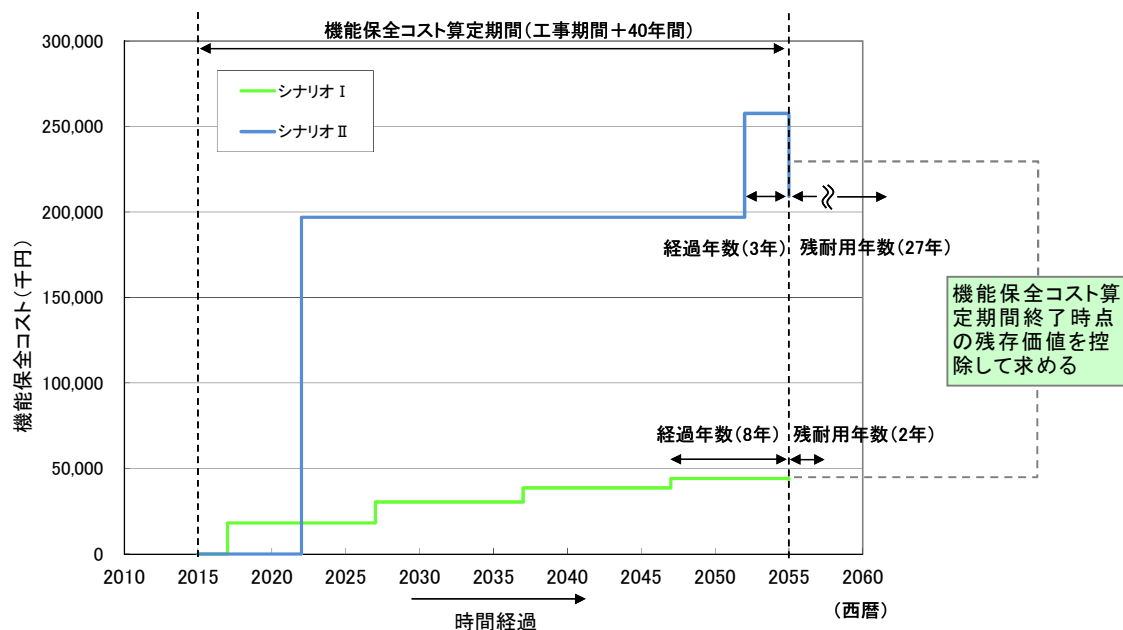


図 4-7 シナリオ毎の機能保全コストの比較

表 4-2 比較チャート

(単位:千円)

シナリオ	対策時期		グループ番号又は部位	数量	対策工法	保全対策費用	現在価値した対策費用	検討期間末の残存価値	機能保全コスト	評価	評価概要
	(供用経過年数)	(西暦)									
I	38年	2017年	水路トンネル	一式	対策①	19,607	18,129	0	18,129	1	S-3段階で補修工法(断面修復・ひび割れ修復)を施し、以後10年間隔で補修工法を繰り返すシナリオ。
	48年	2027年	水路トンネル	一式	対策①	19,607	12,247	0	12,247		
	58年	2037年	水路トンネル	一式	対策①	19,607	8,274	0	8,274		
	68年	2047年	水路トンネル	一式	対策①	19,607	5,590	817	4,773		
			小計			78,428	44,240	817	43,423		
II	43年	2022年	水路トンネル	一式	対策②	259,124	196,908	0	196,908	2	S-2段階で補強工法(製管工法)を施し、以後30年間隔で補強工法を繰り返すシナリオ。
	73年	2052年	水路トンネル	一式	対策②	259,124	60,713	48,578	12,135		
			小計			518,248	257,621	48,578	209,043		

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

4. 4. 4 施設監視

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

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

【解説】

（１）施設監視の目的と対象

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

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

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

（２）施設監視手法

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

（３）施設監視のポイント等

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

表 4-3 施設監視のポイント等（水路トンネルの例）

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

（４）施設監視のための準備作業

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

表 4-4 施設監視のための準備作業（例）

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

（５）施設監視の頻度等

- ・ 施設監視の頻度は、年１回以上を基本とし、明らかに劣化の進行が認められる場合には監視の頻度を増やす等の対応を検討する。
- ・ 施設監視は、対策工事の着手又は次回機能診断が実施されるまで継続して施設管理者が実施する。
- ・ なお、シナリオ到達年度に到達していない施設に対しては、施設管理者への負担や効率性を考慮し、例えば、日常管理の一環として行う巡視、遠隔目視等による確認と通常の管理日誌等への記録などの簡易な方法で実施してもよい。

(6) 施設監視計画の作成

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

表 4-5 施設監視計画の取りまとめ留意点

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

(参 考)

表 4-6 施設監視計画記載例（水路トンネル）S-4 の例

① 定点調査 番号	② 測点 部位等	③ 監視内容・項目	④ 監視 頻度	⑤ 監視の留意事項	⑥ 監視実施者	⑦ 異常時の措置	⑧ 次回予定 診断時期
T0002	No51+25～ No51+35 (側壁) 無筋コンクリート 覆工 (S-4)	◇監視対象 【摩耗すり減り】 ◇監視内容・項目 ・骨材の露出状況 ◇監視対象 【周辺地盤の変状】 ◇監視内容・項目 ・周辺地盤の沈下・陥没	1回／年	・目視、写真撮影により監視を行う。 ・目視、写真撮影により監視を行う。 ・沈下・陥没の範囲が大きくなった場合には、右記の異常時の措置をとる。	〇〇土地改良区 〇〇課	・〇〇土地改良調査管理事務所 保全計画課 へ連絡	2023年

表 4-7 施設監視計画記載例（水路トンネル）S-3 の例

① 定点調査 番号	② 測点 部位等	③ 監視内容・項目	④ 監視 頻度	⑤ 監視の留意事項	⑥ 監視実施者	⑦ 異常時の措置	⑧ 次回予定 診断時期
T0001	No20+50～ No20+60 (アーチ) (側壁) 無筋コンクリート 覆工 (S-3)	◇監視対象 【ひび割れ】 ◇監視内容・項目 ・ひび割れ幅・長さ ・ひび割れ密度(範囲) ◇監視対象 【周辺地盤の変状】 ◇監視内容・項目 ・周辺地盤の沈下・陥没	1回／年	・目視、写真撮影、簡易計測(クラックスケール・コンベックス等)により監視を行う。 ・曲げひび割れは開口する傾向にあるため留意する。 ・ひび割れが全体的に拡大し、進行性が確認された場合は右記の異常時の措置をとる。 ・目視、写真撮影により監視を行う。 ・沈下・陥没の範囲が大きくなった場合には、右記の異常時の措置をとる。	〇〇土地改良区 〇〇課	・〇〇土地改良調査管理事務所 保全計画課 へ連絡	2018年

表 4-8 施設監視計画記載例（水路トンネル）S-2 の例

① 定点調査 番号	② 測点 部位等	③ 監視内容・項目	④ 監視 頻度	⑤ 監視の留意事項	⑥ 監視実施者	⑦ 異常時の措置	⑧ 次回予定 診断時期
T0003	No63+20～ No63+25 (側壁) 無筋コンクリート 覆工 (S-2)	◇監視対象 【ひび割れ】 ◇監視内容・項目 ・ひび割れ段差 ◇監視対象 【構造物の不同沈下】 ◇監視内容・項目 ・構造物の沈下・蛇行	1回／年	・目視、写真撮影、簡易計測(クラックスケール・コンベックス等)により監視を行う。 ・ひび割れ段差が拡大した場合は右記の異常時の措置をとる。 ・目視、写真撮影により監視を行う。 ・構造物の沈下・陥没の状況が現状よりも大きくなった場合には、右記の異常時の措置をとる。	〇〇土地改良区 〇〇課	・〇〇土地改良調査管理事務所 保全計画課 へ連絡	2017年

(7) 施設監視の実施

- ・ 施設管理者が行う施設監視は、施設監視計画に基づき、基本的に日常管理の一環として実施する。施設監視は、目視や写真撮影を基本とし、チェックリスト、写真、所見等を施設監視記録票等に記録する。写真の撮影は、施設の状態や状況の経年変化を後からも視覚的に確認できるのが望ましいことから、必要に応じてクラックスケール等を当てて計測している状況も併せて撮影することも有効である。

監視の結果、異常が発見された場合には、直ちに「異常時の措置」に記載のある連絡先に連絡を行う。施設監視記録票の例を表 4-9、表 4-10 に示す。

(8) 施設監視結果の共有

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

表 4-9 施設監視記録票（水路トンネル）（1/2）

施設監視記録票(水路トンネル)														
施設名	〇〇幹線用水路				[住所]	△△市××地先								
点検日時	[今回]	平成	年	月	日	[前回]	平成	年	月	日				
点検者	■■土地改良区 氏 名				施設情報	重要度:	B	健全度:	S-5	S-4	S-3	S-2	S-1	
構造・規模	無筋コンクリート覆工(標準馬蹄形 2r=3.2m)													
工種	点検項目	点 検 内 容				異常の有無	位置その他(※1)							
日 常 点 検	水利用・水理	通水性	所定の通水量が確保できない				☐ 有 ☒ 無							
			通水量が安定しない				☐ 有 ☒ 無							
			漏水				☐ 有 ☒ 無							
			トンネル内の異常堆砂※				☐ 有 ☐ 無	確認できず						
			トンネル内の水生植物の繁茂※				☐ 有 ☐ 無	"						
			その他の異常				☐ 有 ☒ 無							
	トンネル 本体	水位の維持	水位の異常上昇				☐ 有 ☒ 無							
			水位の異常低下				☐ 有 ☒ 無							
			水位が安定しない				☐ 有 ☒ 無							
			その他の異常				☐ 有 ☒ 無							
		覆工※	覆工の崩落・変形				☐ 有 ☐ 無	確認できず						
			インバートの膨れ				☐ 有 ☐ 無	"						
			欠損・損傷、ひび割れ等の変状				☐ 有 ☐ 無	"						
			漏水痕跡				☐ 有 ☐ 無	"						
			その他の異常				☐ 有 ☐ 無	"						
		継目部※	欠損、ずれ、段差				☐ 有 ☐ 無	確認できず						
			漏水痕跡				☐ 有 ☐ 無	"						
			コンクリートの欠損、崩壊				☐ 有 ☐ 無	"						
			鉄筋露出				☐ 有 ☐ 無	"						
			その他の異常				☐ 有 ☐ 無	"						
		上部地盤	地滑り、地盤の陥没				☒ 有 ☐ 無	地盤の陥没が認められた(No.19+45.0付近:2箇所)						
			トンネル上部、周辺の改変				☐ 有 ☒ 無							
			住宅、道路等の建造物の新設				☐ 有 ☒ 無							
			地上部土地利用状況の変化				☐ 有 ☒ 無							
	近接施工の有無				☐ 有 ☒ 無									
	その他の異常				☐ 有 ☒ 無									
その他	環境等	異常な騒音・振動				☐ 有 ☒ 無								
		周辺住民からの苦情				☐ 有 ☒ 無								
※トンネル始終点などで目視が可能な場合、落水後トンネル内への進入が可能な場合は記載する。														
施 設 監 視 ※3	定番号	T0001(No.19+40～No.19+50)				健全度	S-3							
	位置情報	緯度(N)	〇〇	°	〇〇	'	〇〇	°	〇〇	'	〇〇	"		
		経度(E)	〇〇〇	°	〇〇	'	〇〇	°	〇〇	'	〇〇	"		
	写 真 状 況	【施設監視計画で記載されている定点で実施】												
		 上部地盤陥没部全景写真(その1)					 上部地盤陥没部全景写真(その2)							
		コメント					コメント							
所 見	【例】上部地盤の陥没規模が大きく、早急に詳細調査を実施する必要がある。													
特記事項 (※2)	〇〇調査管理事務所保全課、陥没が確認された周辺住民への連絡。 〇〇調査管理事務所保全課より、早急に詳細調査を実施するとの回答を得た。													

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

表 4-10 施設監視記録票（水路トンネル）（2/2）

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

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

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

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

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

4. 4. 5 情報の保存・蓄積・活用

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

【解説】

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

4. 4. 6 関係機関による情報共有

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

【解説】

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

用語の定義

本手引きで使用している総論的な各用語の定義を用語表 1 に示す。

用語表 1 総論的な用語の定義

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

用語表 1 総論的な用語の定義

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

用語表 1 総論的な用語の定義

用 語	定 義	解 説
変状	初期欠陥、損傷、劣化を合わせたもの。	施設が健全な状態で本来期待されている機能や状況と比較して、異なっている状況。具体的には、ひび割れ、剥離、欠損などの状態。 「異状」に近い概念であるが、施設に求められる性能が低下しているか否かという評価を必ずしも含まない。
劣化	立地や気象条件、使用状況（流水による浸食等）等に起因し、時間の経過とともに施設の性能低下をもたらす部材・構造等の変化。	
初期欠陥	施設の計画・設計・施工に起因する欠陥。	コンクリートでは、施工不良等を含み、供用前又は供用後に発生する乾燥収縮によるひび割れ、豆板、コールドジョイントなど。
損傷	偶発的な外力に起因する欠陥。	時間の経過とともに施設の性能低下が起きたものでないもの。衝突や地震等に起因する欠陥。
機能診断評価	機能診断調査の結果を評価すること。	性能低下の状況を判定し、機能保全対策を検討するための根拠とする行為。
機能保全計画	性能指標や健全度指標について管理水準を定め、それを維持するための中長期的な手法を取りまとめたもの。	
機能保全対策	機能保全計画に基づく工事等のこと。	
予防保全	当該施設に求められる性能が、管理水準以下に低下する前に、リスク管理を行いつつ、機能保全コストの低減、リスク軽減等の観点から、経済的に耐用年数の延伸を図る目的で実施する対策。	「コンクリート標準示方書維持管理編(2013年制定)」では、構造物に劣化を発生あるいは顕在化させない、又は、性能低下を生じさせないための予防的処置を計画的に実施する維持管理とされているが、農業水利施設の場合、施設を構成する部分毎には変状が顕在化しているものの、施設系としての機能障害が顕在化していない段階での対策であることが通常。また、農業水利施設は様々な施設群で構成されるが、個々の施設としては機能障害が発生し事後保全であっても、施設群全体の水利システムとしては予防保全であると表現する場合もある。
事後保全	当該施設に求められる性能が、管理水準以下に低下した後に実施する対策。	当該施設の機能に支障が生じた後に対策を講じること。
時間管理保全 (TBM)	予定の時間計画（スケジュール）に基づく予防保全の総称。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。
状態監視保全 (CBM)	施設の状態を診断・監視し、その結果に応じて保全を実施するもの。施設機械においては、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保全を実施するもの。	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。

用語表 1 総論的な用語の定義

用 語	定 義	解 説
補修	主に施設の耐久性を回復又は向上させること。	劣化の進行を抑制したり、部分的な施設の欠損等を実用上支障のない程度まで回復又は向上させることで、施設の寿命を長くすること。 目地の修復、塗装等がこれに当たる。施設の一部に対する行為に関する概念。修繕と同義。耐久性（構造物の劣化に対する抵抗性）を回復又は向上させることで、構造的耐力（力学的性能）の向上を必ずしも伴うものではない。 なお、補修・補強については、性能を回復する行為を補修、性能を向上させる行為を補強と定義する考え方もあるが、本手引きでは「コンクリート標準示方書維持管理編(2013年制定)」の記述も参考に左記のとおりとした。
補強	主に施設の構造的耐力を回復又は向上させること。	コンクリート増厚、強化繊維素材の貼付け等がこれに当たる。施設の一部に対する行為に関する概念。
改修	失われた機能を補い、又は新たな機能を追加すること。	更新は既存の施設を撤去し新しいものを建設することを念頭に置いているが、改修は必ずしも既存施設が撤去されることを前提としていない点が異なる。
更新	施設又は設備を撤去し新しく置き換えること。なお、施設系全体を対象とした場合は、施設系を構成する全施設を更新する場合だけではなく、補修、補強等を包括して行うことも更新という。	
水利システム	農業用排水を取水、配水、排水するための一連の施設体系。	貯留施設、取水施設、送配水施設、排水施設、調整施設、管理制御施設といった施設により構成される総合的な水利用のための施設体系。
水理ユニット	境界条件によって一体化して取り扱わなければならない施設群。	パイプラインでの水理ユニットは、その対象管路の上流端及び下流端に水位又は流量の境界が存在し、この二つの境界条件を基に、水理計算をすることができる水理学的な単位である。 開水路では、水位・水量調整施設等に挟まれた水路区間が同等のものとして定義される。
リスク	目的に対する不確かさの影響。	農業水利施設では、施設の劣化や自然災害などにより、施設機能が低下して施設が損壊・故障し、本来機能の停止のほか二次災害や第三者被害等が活性するなどのリスクが考えられる。
リスク管理 (リスクマネジメント)	リスクについて、組織を指揮統制するための調整された活動。 なお、リスクマネジメントプロセスは、コミュニケーション、協議及び組織の状況の確定の活動、並びにリスクの特定、分析、評価、対応、モニタリング及びレビューの活動に対する、運用管理方針、手順及び実務の体系的な運用。	農業水利施設のリスク管理においては、施設が本来果たすべき機能への影響に加えて人命・財産等の第三者被害への影響も併せて考慮しつつ、リスクを特定した上で、そのリスクを施設造成者、施設管理者双方の視点で分析・評価し、施設監視、機能保全対策の実施等の手段によってリスク対応を図ることが基本となる。
リスクコミュニケーション	リスクの運用管理について、情報の提供、共有又は取得、及びステークホルダとの対話を行うために、組織が継続的に及び繰り返し行うプロセス。	農業水利施設においては、リスクに関する情報を施設造成者、施設管理者、地方公共団体等の関係機関で共有し、共通の理解を醸成する取組。

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

用語表 2 水路トンネルに関する用語の定義

用 語	定 義
圧力トンネル	水理上のトンネル分類で、計画流量が満流となり、内圧力が作用するトンネル。
インバート	底盤に打った逆アーチコンクリートをいう。また、底盤の部分をもいうこともある。
岩トンネル	地質上のトンネル分類で、比較的風化の進んでいない岩盤や、固結度の高い軟岩等からなる地山に構築されるトンネル。
グラウト	流動性に富み、地盤に圧入、充填された後、一定期間を経て硬化する性質を持つ材料の総称。
クラウン	一般には、掘削面ないし構造物の上端面をいう。トンネルでは、掘削断面最上部のアーチクラウン（部）を指す。
グランドアーチ	トンネルのゆるみ領域の外側にそれより上部の土かぶり荷重を周りの地山へ伝達するアーチ状の領域が形成されるが、そのアーチ状の地山の部分をいう。
坑口	トンネルの出入口部の総称。
洪積層	第四紀のうち約 200 万年以降から約 1 万年前の間に形成された地層。
逆巻き	覆工の施工方法の順序を示すもので、上部半断面先進工法、底設導坑先進上部半断面工法の場合に用いられるようにアーチコンクリートを打設してから側壁コンクリートを打設する工法をいう。
山岳工法	一般には、爆破掘削を主体にトンネルを掘削する工法を意味する。鋼アーチ支保工、ロックボルト、吹付けコンクリートなどの支保工類と、覆工コンクリートを用いる工法をいう。この工法は、山岳、山麓地帯における山岳トンネルに多く用いられていることから名付けられているが、海底トンネル、都市トンネルにおいても施工可能な場合には用いられることもある一般的な工法である。
山岳トンネル	鉄道、道路、水路等山岳や丘陵を貫通するために設けられるトンネルをいい、都市トンネルや水底トンネルと対比させて建設場所の違いを表す呼称である。
地（土）圧	トンネルにおいては岩石の破壊や強度の劣化といった、通常の土圧の概念では処理できないような現象が見られるので、山岳トンネルではこれを地圧と称し、一般に用いられている土圧と区分し用いている。山岳トンネルの施工中に見られる地圧現象は、ゆるみ地圧と真の地圧に分けられるが、明瞭に区別することは難しい。
地山分類	定量的な因子と経験的な指標にもとづいて地山を総合的に評価し分類することをいう。地山評価の一手法で、地山区分とも呼ばれる。
蛇紋岩	超塩基性岩が蛇紋岩化作用により生成された岩石をいう。源岩のかんらん石、輝石などが残っているものもある。構造線又はこれに平行に貫入することが多い。岩塊は葉片状をなすものと、塊状をなすものがある。トンネル工事において膨張性地質として忌避される岩石である。特に、葉片状の蛇紋岩は難工事となることが多い。
スプリングライン	トンネルの内空面で、上半アーチの始まる線。シールドトンネルでは、一般的に、最も幅の広い箇所を指す。
素掘り	鋼アーチ支保工、ロックボルト、吹付けコンクリート、土留め支保工などを施工しないで、裸のままトンネル地山を掘削することをいう。
塑性地圧	トンネルを掘削したときに生じた二次応力が、地山の固有強度を超えて、塑性限界あるいは破壊に達した場合や、潜在的に塑性状態の地山を掘削したときに生じる地圧をいう。
第三紀層	約 6500 万年～約 200 万年前に形成された岩層をいう。古第三紀は主要炭田を形成し、新第三紀は主要油田を形成した。

用語表 2 水路トンネルに関する用語の定義

用 語	定 義
第四紀層	約 200 万年前～現在までに形成された地層をいう。洪積層や沖積層が含まれる。第四紀は地球の歴史からみれば瞬時に等しいが、地盤工学上多くの重要な意味を持っている。
地質	地質学上の観点及び方法によって捉えられるある地域の性質、特徴をその地域の地質という。
地質構造	地殻変動によって変形、変位を生じた地層、岩石、岩体の相互関係をいう。地質構造の基本的要素は、面構造（地層面、片理面、断層面など）と線構造（地質の流痕、片理面の条痕など）である。トンネル工学においては、特に断層、褶曲などにより形成された構造及び層理、片理、節理、亀裂などの走行、傾斜、卓越方向などが重要な意味をもつ。
地層	堆積物の積み重なりを指す。
沖積層	第四紀のうち約 2 万年前の最終氷期以降の一連の海面上昇時の堆積物をいい、軟弱地盤を形成している。
天端	一般的には、掘削面ないし構造物の上端面をいう。トンネルでは、掘削断面最上部のアーチクラウン（部）を指す。
土かぶり（圧）	地中のある点において、その上方にある岩盤又は地盤を土かぶりという。土かぶりの岩盤等の重量によって生じる鉛直圧力を土かぶり圧という。
N A T M	地山の強度的劣化を防止し、トンネル周辺地山が本来有している耐荷能力を積極的に活用するために、吹付けコンクリートやロックボルトを主たる支保部材として、現場計測による管理のもとトンネルを掘進させる工法をいう。1963 年、オーストリアのラブセビッツ教授によって命名され、新オーストリア工法の頭文字をとって、N A T M と呼ばれている。わが国の技術基準書では「吹付け・ロックボルト工法」として取扱っている。
盤ぶくれ	トンネルの掘削に伴い、底盤部分が内空にふくれ上がる現象をいう。膨張性を有する地山や強度の低い地山等で塑性流動する場合や側壁背面の地山が回り込む場合に生じる。
吹付けコンクリート	圧縮空気や機械力によって吹付けられたコンクリートをいう。トンネルの N A T M 工法では支保工部材として使用され、また覆工としての利用もある。
覆工	地山の变形や崩落の抑制、防止など地山安定の確保、湧水や漏水の処理、トンネル内空の整齊や美観などの目的のためにトンネルの掘削面を被覆する構造体又はその構造体を構成することをいう。巻立てあるいはライニングともいう。
ブロッキング	支保工と地山の間に挿入し荷重を均等に支保工に伝え、かつ地山のゆるみを防止するための木製ブロック。くさび、バックキングともいう。このくさびは支保工のアーチ作用を確保するのに欠かせないものであり、確実に締めるようにする。
偏（土）圧	トンネル等に対する土圧が左右対称でなく、著しく偏って作用する場合をいう。一般の場合でも、トンネルの荷重は支保工、覆工に対して対称、かつ一様に働くとは限らないが、特にトンネル上部の土かぶりが小さく、しかも傾斜している場合、地層がトンネル断面に対して傾斜している場合、地質が均一でない場合、膨張性地質で片側からより強く押される場合等では偏土圧が作用する場合が多い。
巻厚	覆工の厚さをいう。普通掘削工法では掘削面に凹凸ができるため覆工厚さは一定とならないので、通常、力学的あるいは耐久性などの点から設計上必要な厚さで覆工の厚さを表現する。設計巻厚ということもある。設計巻厚の中には木材など覆工の強度に影響を与えるような部材が入ることは許されない。したがって、縫地、掛矢板などの矢板のかけ方によって設計巻厚の取り方は違ってくる。
無圧トンネル	水理上のトンネルの分類で、計画流量が自由水面をもって流れ、内水圧が作用しないトンネル。
緩み土（地）圧	トンネル掘削に伴う爆破、支保工の沈下及び覆工裏の空隙等によりトンネル上方の地山がゆるんで、ある高さ相当の地山重量がトンネルの支保工又は覆工に直接荷重として作用する土圧をいう。ゆるみ荷重ともいう。
ライニング	地山の变形や崩落の抑制、防止など地山安定の確保、湧水や漏水の処理、トンネル内空の整齊や美観などの目的のためにトンネルの掘削面を被覆する構造体又はその構造体を構成することをいう。覆工あるいは巻立てともいう。

引用文献・参考文献

【引用文献】

- ・ 食料・農業・農村政策審議会農業農村整備部会技術小委員会：農業水利施設の機能保全の手引き（平成 27 年 5 月）
- ・ 農林水産省農村振興局：土地改良事業計画設計基準・設計「水路トンネル」基準書・技術書（平成 26 年 7 月）
- ・ 社団法人土木学会：トンネルライブラリー第 14 号 トンネルの維持管理（平成 17 年 7 月）
- ・ 社団法人土木学会：トンネルの変状メカニズム（平成 15 年 9 月）
- ・ 財団法人鉄道総合技術研究所：トンネル補修・補強マニュアル（平成 19 年 1 月）
- ・ 公益社団法人土木学会：コンクリート標準示方書〔維持管理編〕（2013 年制定）
- ・ 公益社団法人日本コンクリート工学協会：コンクリートのひび割れ調査、補修・補強指針（2013 年）
- ・ 中達雄、樽屋啓之：農業水利のための水路システム工学－送配水システムの水理と水利用機能－（平成 27 年 8 月）

【参考文献】

- ・ 社団法人土木学会：トンネル標準示方書（平成 18 年 7 月）
- ・ 社団法人土木学会：トンネルライブラリー第 12 号～山岳トンネル覆工の現状と対策～（平成 14 年 9 月）
- ・ 社団法人土木学会：水路トンネルの維持管理支援エキスパートシステム（平成 7 年 2 月）