

第5章 機能保全計画

1 機能保全計画の策定

機能保全計画の策定に当たり、最初に、農業水利システム及び個別施設の機能診断結果や対象施設に関連する業務継続計画（BCP）等によりリスク特定・リスク分析を行う。その上で、施設が機能喪失した場合の影響度やリスクが顕在化した場合等の緊急事態への対応を踏まえ、「状態監視保全」の適用を基本としつつ、「状態監視保全」の適用に制約がある場合には「時間計画保全」又は「通常事後保全」のいずれの保全方式が適しているかを判断し、選定した保全方式に応じた手順で計画を策定する。

【解説】

ア 基本的な考え方

(ア) パイプラインは、管種、管形状、埋設条件等が多様であり、事故発生の兆候を把握することや事故発生時期を予測することは難しい。

このため、パイプラインの機能保全計画は、施設規模や機能診断結果（定量的な性能指標の有無）、事故履歴やその後の状況、施設機能が喪失した場合の損失や発生頻度、農業面及び農業以外の面に対する影響度、事故発生を想定した緊急事態の対応（業務継続計画（BCP））等を考慮した上で、リスク特定・リスク分析を行い、適切な保全方式（第2章図2-3 保全方式の考え方 P.16 参照）を選定し、保全方式に応じたプロセス（図5-1）で策定する。

イ 保全方式

(ア) 保全方式は、状態監視保全を適用することを基本とする。ただし、リスク特定・リスク分析の結果、管内面又は管外面の直接的定量調査の可否などを踏まえ、状態監視保全の適用に制約がある場合には、時間計画保全又は通常事後保全の適用を検討する。

(イ) パイプラインの保全方式は、以下のとおりである。

a 状態監視保全

管理水準の設定、対策時期の検討、対策工法の検討及び機能保全コストの算定を実施した上で機能保全計画を策定する。この際、検討対象期間（次回機能診断までの期間）に着目する性能指標が検討対象期間に管理水準の範囲に収まるように対応方針を設定し、適切な計画を策定することが重要である。

b 時間計画保全

耐用年数、経過年数等により対策時期を設定し、対策工法の選定と機能保全コストの算定を行った上で、機能保全計画を策定する。状態監視保全の適用が技術的に困難な場合に適用することとし、対策時期については、機能診断結果等を踏まえて、施設造成者と施設管理者等がリスク・コミュニケーション（P.102 参照）を重ねながら決めることが望ましい。

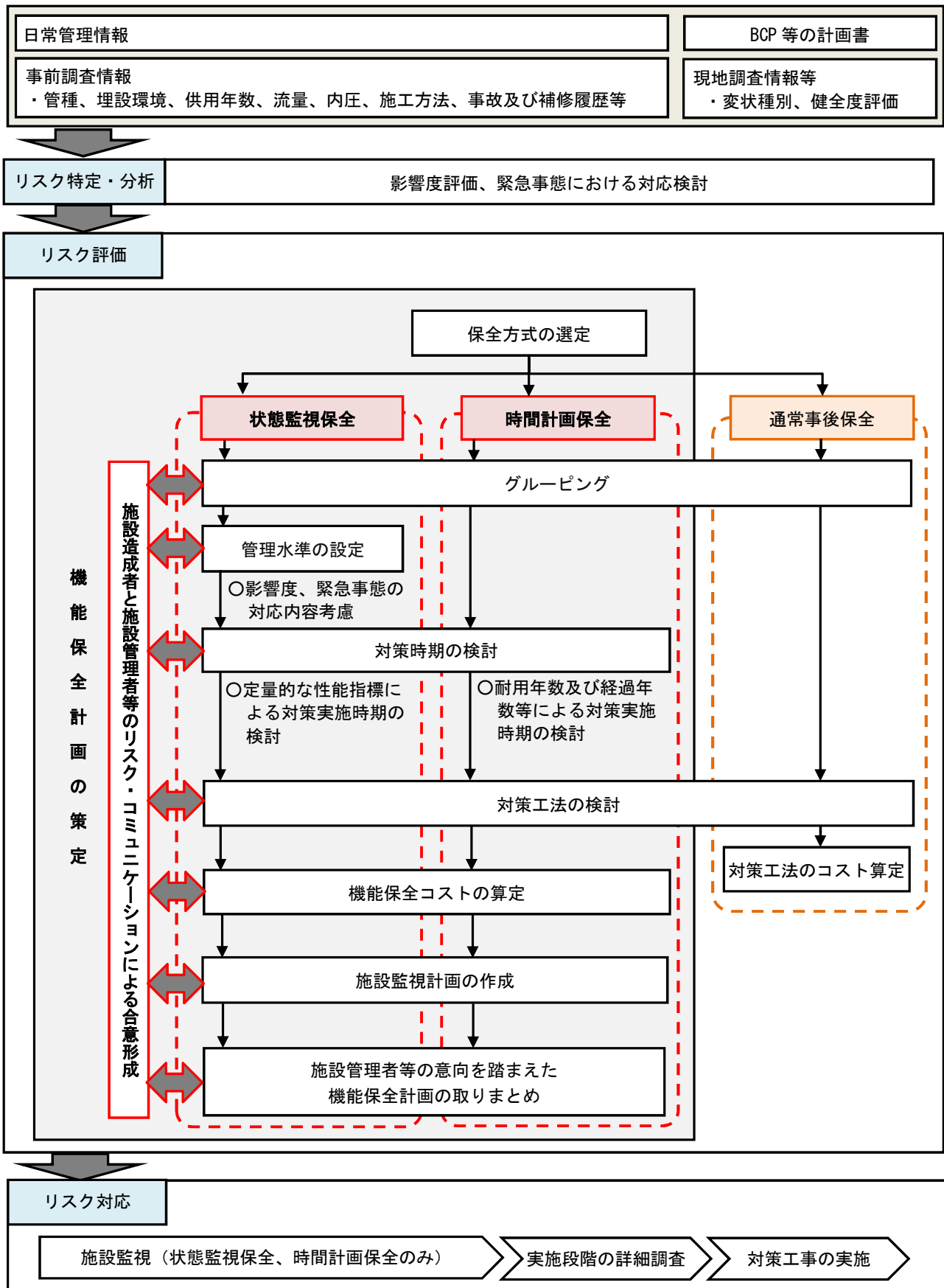
c 通常事後保全

管理水準及び対策時期の設定のプロセスを経ることなく、対策工法の選定及びコストの算定を行うが、機能保全計画を策定する必要はない。状態監視保全の適用が技術的に困難であり、かつ事故の発生による機能停止が及ぼす影響が小さい場合に適用し、速やかに復旧できるよう、あらかじめ資機材を備蓄しておくなど準備をしておくことが望ましい。

ウ 機能保全計画の策定プロセス

(ア) 機能保全計画の策定は、保全方式の選定、グルーピング、管理水準の設定、対策時期の検討、対策工法の検討、機能保全コストの算定、施設監視計画の作成、リスク・コミュニケーションによる関係機関との合意形成について段階的に実施する。

- (イ) 対策範囲の設定や施設の状態の把握等については、必要に応じて詳細調査を実施する。
- (ウ) 機能保全計画は、状態監視保全の適用を基本としつつ、状態監視保全の適用に制約がある場合には、時間計画保全又は通常事後保全を適用することとし、各保全方式の単独又は組合せにより策定する。対策の実施時期については、施設造成者と施設管理者等がリスク・コミュニケーションによる対話に基づき調整し設定する。



【図5-1 機能保全計画策定プロセス】

2 リスク管理

パイプラインでは、施設の劣化や偶発的な外力などにより、施設機能が低下して施設が損壊し、基本機能の停止のほか第三者被害等が発生するなどのリスクが考えられる。ストックマネジメントの実施に当たっては、リスク管理が根幹となっており、リスクを特定・分析・評価し、施設管理者等とのリスク・コミュニケーションによる合意形成を通じ、機能保全計画を策定し、評価に基づいた施設監視、詳細調査、対策工事の実施などのリスク対応を図ることが基本である。

【解説】

ア リスク管理とは、一般に、リスク特定、リスク分析、リスク評価、リスク対応及びリスク・コミュニケーションからなるものとされている（JIS Q 31000）。パイプラインの機能保全においては、「漏水や破損事故による損失を、できるだけ少ない費用で効果的に処理するための管理手法」として捉え、機能保全計画策定から対策工事实施までの一連のプロセスを包含するものとする。

(ア) リスク特定、リスク分析、リスク評価

パイプラインのリスクとしては、施設の損壊及び漏水などが想定される（リスク特定）。

これらについて、劣化や偶発的な外力（設計・施工条件で想定していない外力）、周辺環境の影響（地盤沈下や地上部の利用形態の変化等）及び起こりやすさを分析する。また、想定される複数のリスクについて、農業面では基本機能（水利用機能等の基本機能や営農活動等）に与える影響、農業以外の面では第三者被害や地域の経済活動への影響を分析する（リスク分析）。

これらの結果に基づき、適切な保全方式の選定と保全方式に応じた機能保全対策の立案を行う（リスク評価）。

(イ) リスク対応

リスク対応とは、リスクに対処するための選択肢を選定し、実施することである。対策実施までの期間の施設監視、対策実施のための詳細調査及び対策の実施がこれに該当する。

(ウ) リスク・コミュニケーション

施設造成者と施設管理者等の対話を通じて、対象施設で想定されるリスク、緊急事態における対応手順、内容、連絡体制等を共有する。これにより、対策実施時期や対策工法の検討結果等について、意思決定の過程及び根拠を相互に理解する。

リスク・コミュニケーションにおいて共有すべき情報は以下のとおりである。

- ① パイプラインの影響度に関する評価と対応計画
- ② 日常管理における維持修繕の状況や継続的な施設監視結果（対策工事を実施するまでの施設監視結果を含む）
- ③ 機能診断に基づく性能低下予測とその精度等に関する情報
- ④ 事業の実施に向けた課題等

これらの情報をリスク・マトリックス等を活用して分かりやすく整理し、関係者全体で理解を深めることが重要となる。（P110、111 参照）

イ パイプラインのリスク管理においては、リスクを特定した上で、そのリスクを分析・評価する。また、その結果を基に、施設管理者等とのリスク・コミュニケーションを通じ、施設管理者等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、詳細調査、対策工事の実施等によってリスク対応を図ることが基本となる。

ウ 水撃圧の変化の影響を受けやすい曲管部、事故・補修履歴のある箇所等のウィークポイント（P. 22 参照）や機能が喪失した場合に影響の大きい箇所等をリスクの高い区間として絞り込み、意識しておくことが重要である。特に、県道・市道等の占用区間において、陥没等の事故が発生すると、人命・財産等への社会的影響は大きくなる可能性があり、リスク管理を重点的に行う必要がある。

3 影響度の評価（リスク特定・分析）

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、施設が機能喪失・損壊した場合の影響度を評価する必要がある。影響度は、農業水利システムの水利利用機能に着目しつつ、農業及び農業以外に与える影響を総合的に評価し、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 施設が機能喪失した場合の農業面における影響度は、以下を考慮して総合的に評価する。

- ① 施設規模
- ② 地区内水源の有無
- ③ 農業水利システムの視点（水田や畑地の水利利用の目的、附帯施設（調整施設・調圧施設・保護施設等）の有無や農業水利システム内での位置付け（最上流など）
- ④ 復旧の難易度（宅地などの隣接部での工事制約、埋設深が深いため、大掛かりな仮設工事が必要な場合、大規模な用水の仮廻しが必要な場合等）
- ⑤ 代替施設の有無及びその難易度

イ 施設が損壊した場合の農業以外の面における影響度は、以下を考慮して総合的に評価する。

- ① 施設の破損規模及び他施設への影響範囲
- ② 他施設の復旧の難易度
- ③ 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
- ④ 上水道・工業用水・発電との共同施設であり、社会に与える影響
- ⑤ 地域の経済活動や生活機能への影響

ウ 以下に影響度区分の評価基準及び影響度の総合評価の判定基準の例を示す。

〔影響度区分の評価基準〕

ここでは、農業面における影響度や復旧の難易度、農業以外の面における立地条件に伴う事故発生時の社会的被害について、表 5-1 に評価基準の例を示す。

【表 5-1 影響度区分の評価基準の例】

区分	(農業面※) 農業への影響度 復旧の難易度	区分	(農業以外の面) 社会的被害 立地条件
I	①地域農業の収益に対する被害額の割合が非常に高い ②復旧難易度が非常に高い	I	社会被害の可能性大
II	③地域農業の収益に対する被害額の割合が高い ④復旧難易度が高い	II	非農業部門への影響あり
III	⑤地域農業の収益に対する被害額の割合が比較的低い ⑥復旧作業が容易	III	非農業部門への影響なし

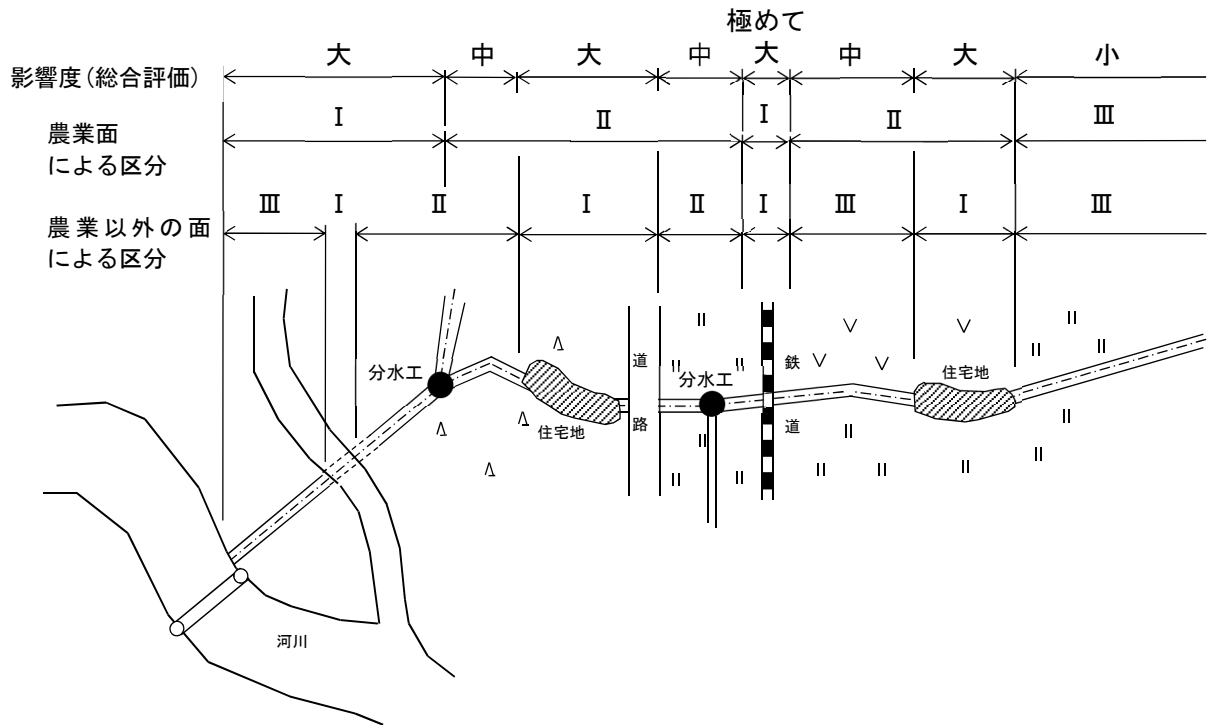
※（農業面）の評価において、「農業への影響度」と「復旧の難易度」が異なる区分の場合、区分の高い方を採用する。例えば、①地域農業の収益に対する被害額の割合が非常に高い（区分 I）と⑥復旧作業が容易（区分 III）に該当する場合、区分 I と評価する。

〔影響度の総合評価の判定基準の例〕

農業面と農業以外の面（施設周辺環境等）に与える影響を基に、表5-1に示す評価基準を踏まえ施設の影響度を総合評価する。

施設の影響度は、農業面と農業以外の面の評価区分を勘案し、極めて大、大、中（施設機能が停止した場合の影響が限定的）、小（施設機能が停止した場合の影響が軽微）の4段階で判定する。

路線区間ごとに施設の影響度の設定例を図5-2に示す。なお、図5-2はあくまで一例であり、影響度の総合評価に当たっては、対象地区の実情に応じて適宜評価する。



【図5-2 施設の影響度の設定例】

4 緊急事態における対応の検討（リスク特定・分析）

施設の損壊等が発生した場合の被害を最小限に抑えるためには、事故発生につながる要因を事前に究明し、事後対応の方針や準備をあらかじめ整えておくことが重要である。

【解説】

- ア 機能保全対策の目的の一つは、施設の損壊による重大事故の発生を未然に防止することである。しかし、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困難である。
このことから、日頃から施設が保有するリスクを想定し、緊急事態における対応を検討しておくことが重要である。
- イ 施設造成者、施設管理者等は、施設の損壊等が発生した場合の影響を極力抑制することができるよう、施設が保有するリスクが顕在化した場合を想定して、業務継続計画（BCP）において、対応手順の策定及び対応の準備を行うとともに、仮復旧等のための資材備蓄により、被害の低減を図るための備えをとることが重要である。
- ウ 漏水・破損事故が発生した場合には、施設管理者等はその状況把握と第三者被害の防止のため、送水停止や避難指示などの必要な対策を速やかに講じる必要がある。特に第三者被害の可能性が大きい施設では、対応を円滑に進めるため、ハザードマップや対処マニュアルなどを事前に整備し、地域住民や関係機関も含めた意識の啓発を行っておくことが望ましい。
漏水・破損事故が発生した場合、その発生要因を調査することで、類似の事故防止に関する知見が得られるだけでなく、材料や使用環境に応じた機能低下メカニズムの解明や今後の性能低下予測等、技術の高度化に寄与し得る。
- エ このため、施設管理者等は、事故発生の報告を速やかに施設造成者等に行うとともに、調査の要否や内容などについて協議する。

5 グルーピング（リスク評価）

対策の要否や対策工法の検討等を効率的に行うため、管種、管形状、供用年数、主な性能低下要因、変状の程度、設置環境、影響度等を踏まえ、同一の対策が適用可能な類似条件の施設群としてグルーピングする。

【解説】

- ア グルーピングとは、機能診断調査や機能保全計画の対象施設について、施設規模・状態、影響度評価等を踏まえ、同一のものとして対策可能な類似条件の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、グルーピングを適切に行うことが重要となる。
- イ 分類されたグループが多数となれば、検討に要する時間や経費が増加してしまうことから、当該機能保全計画に求められる精度に応じた束ね方を検討する。
- ウ 対象施設が口径 800mm 以上と口径 800mm 未満で構成されている場合など、区間ごとに適用可能な保全方式が異なり、保全方式に応じた対策実施時期の検討が求められる。このため、施設全体を対象に保全方式の適用を踏まえたグルーピングを行う。
- エ 状態監視保全区間は、現地調査区間を最小単位とした定点に代表される範囲に分類し、管種、管形状、供用年数、性能低下の要因及び程度、健全度評価、影響度の観点から、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。
- オ 時間計画保全区間は、分水工間を最小単位とした水理ユニットに代表される範囲に分類し、管種、管形状、供用年数、健全度評価及び影響度の観点から、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。
- カ 事後保全区間は、突発事故発生状況や事故原因の観点から、分水工間を最小単位とした水理ユニットに代表される範囲に分類し、管種及び管形状の観点からグルーピングを行う。

【参考】各保全方式における施設のグルーピングのイメージ

各保全方式における施設のグルーピングイメージについて、図 5-3 に示す。

なお、グルーピングのイメージでは管種、管形状（口径）、影響度評価の結果から各保全方式に分類している。

さらに、各保全方式区間は以下の観点から細分化を行っている。

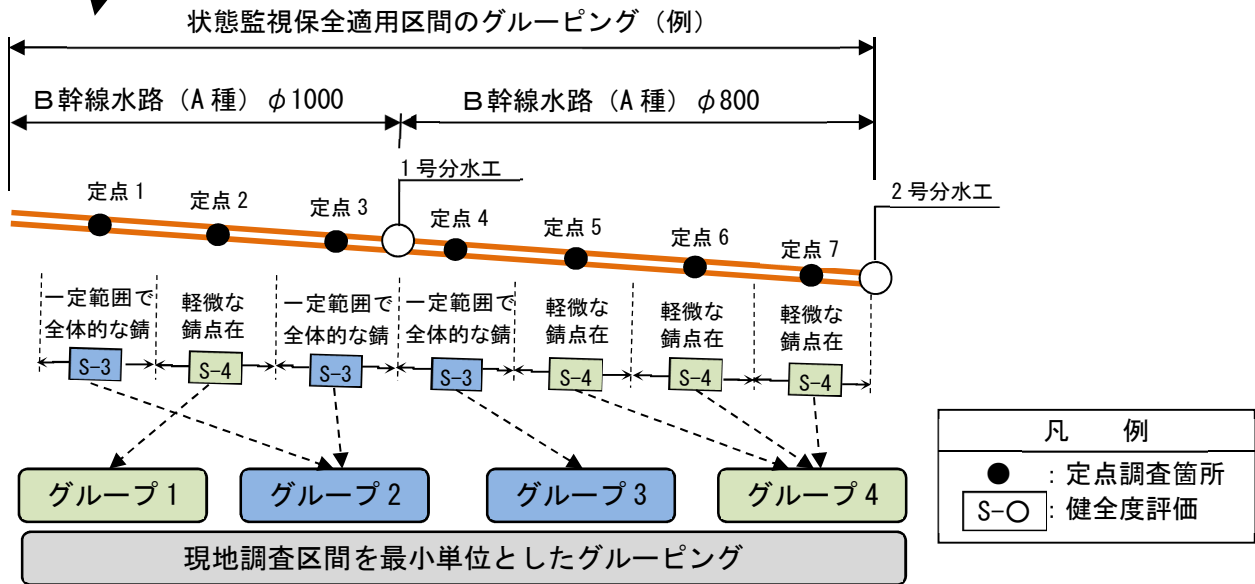
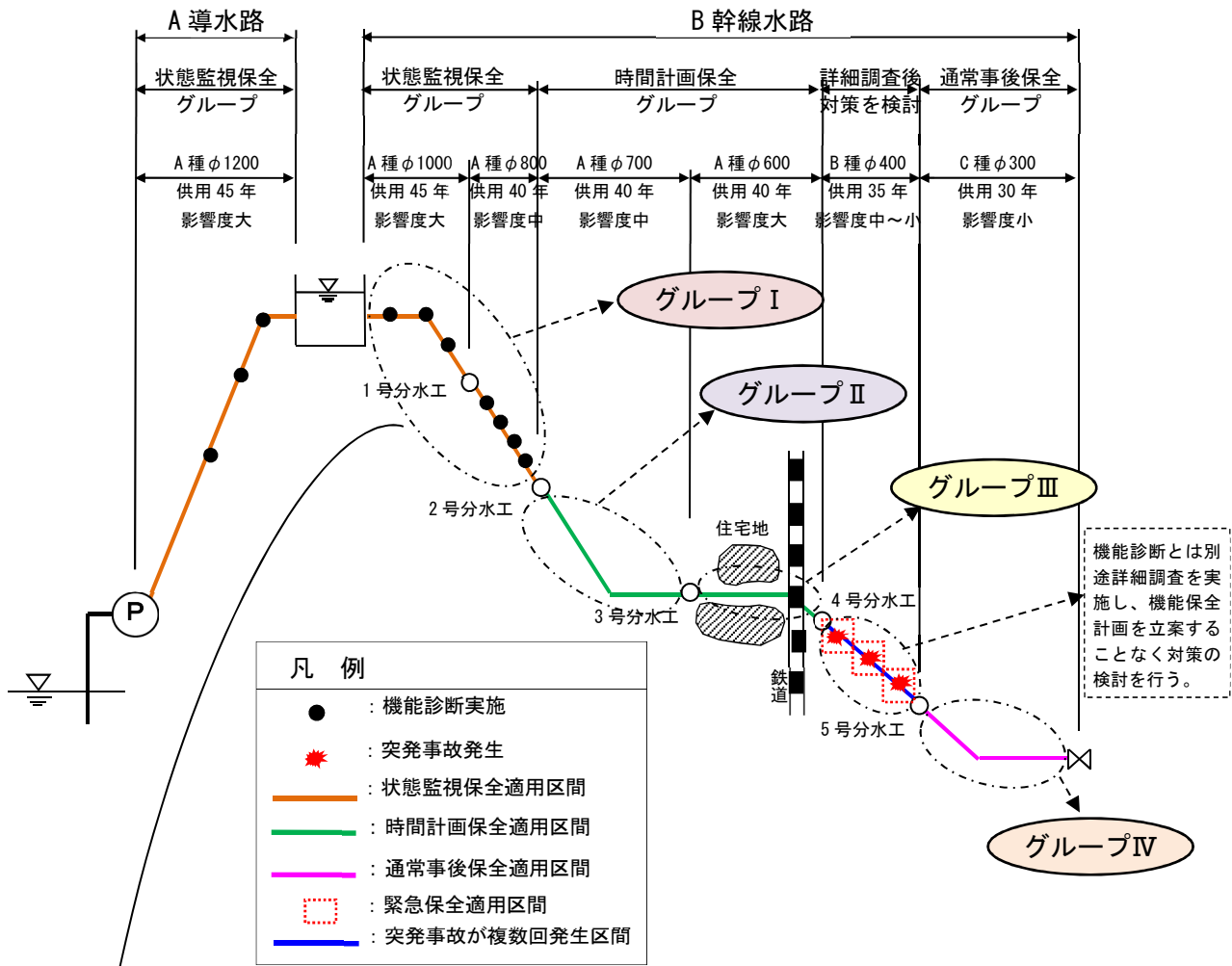
【グループⅠ】（状態監視保全）：管種、管形状、性能低下要因と変状の程度によりグループ 1～4 に細分化

【グループⅡ】（時間計画保全）

【グループⅢ】（時間計画保全）

【グループⅣ】（通常事後保全）

4号分水工～5号分水工間では、過去に漏水事故が頻発し緊急保全を実施している。当該区間のように突発事故が複数回発生した区間は、グルーピングの対象外とし、機能保全計画を立案することなく緊急保全実施時の詳細調査・要因分析を基に対策工法の検討を行う。



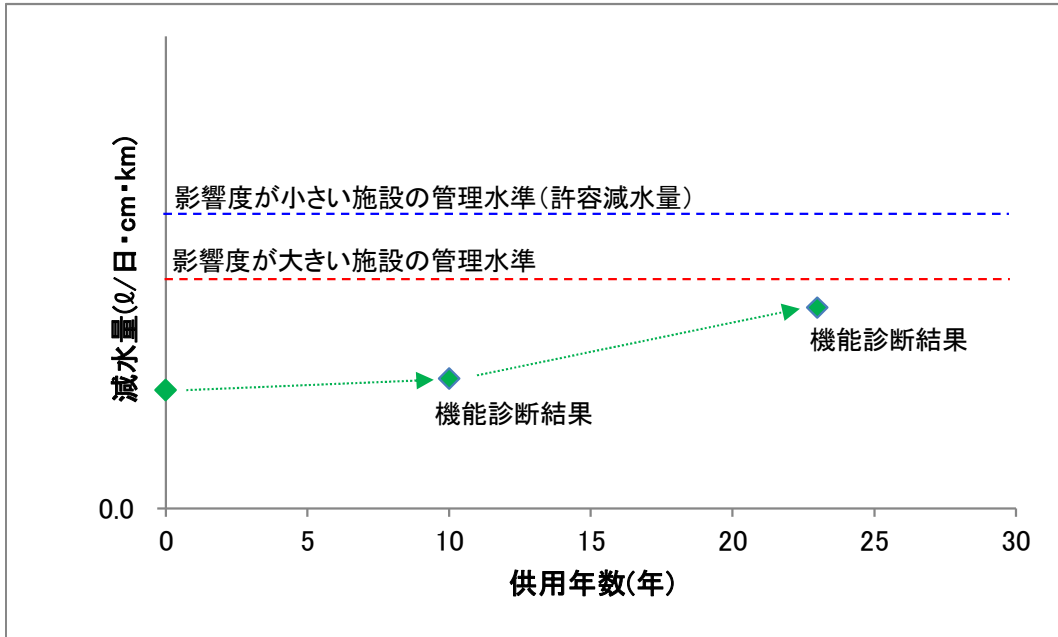
【図5-3 各保全方式における施設のグルーピングのイメージ】

6 管理水準の設定（リスク評価）

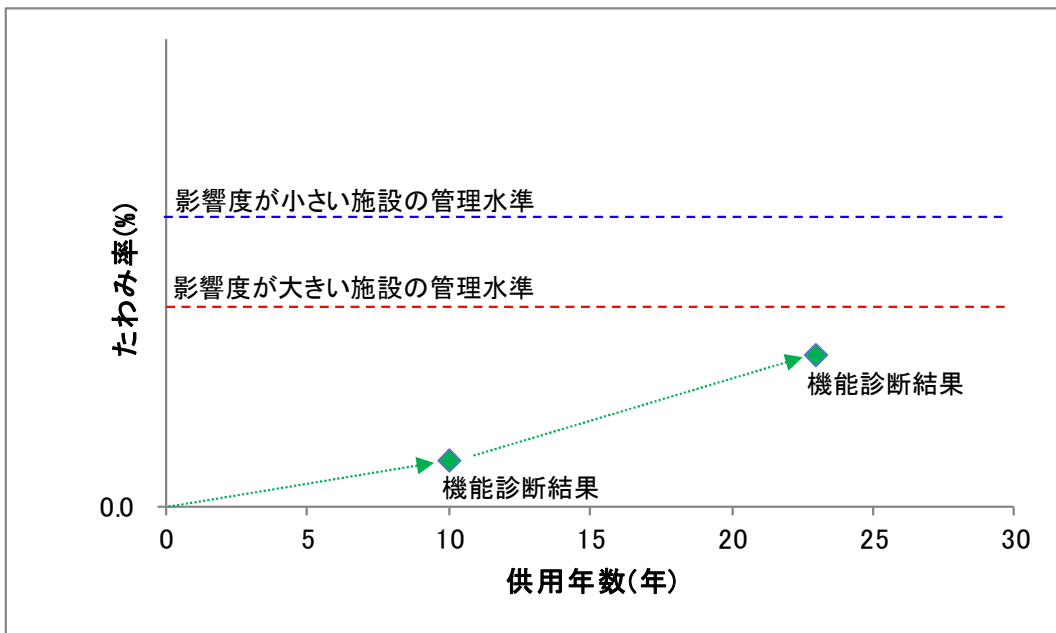
性能管理に当たっては、施設管理者等の意向を踏まえつつ、個々の施設が機能喪失した場合の影響度や許容し得るリスク等を勘案して、施設の性能低下を許容できる管理水準を設定する。

【解説】

- ア 状態監視保全では、施設の性能低下状況や変状の程度等から施設状態を評価し、その状態に応じて対策を行う。このため、状態監視保全では性能低下を許容できる範囲を示す管理水準を設定し、設定した管理水準の範囲内で性能を管理することが求められる。
- イ 農業水利システムの水利用機能を下支えする個別施設の構造機能及び水理機能の性能低下は、分水の均等性の低下や需要量と供給量の不均衡など、水利用機能の低下を引き起こし、農業水利システム全体に影響を及ぼすことが多い。
- ウ 管理水準の設定に当たっては、リスクを効率的に抑制する観点から、パイプラインの影響度評価等を踏まえた潜在的リスクを考慮する必要がある。ただし、潜在的リスクは、立地条件や埋設環境、施設規模等により異なるため、分水の均等性や需要量と供給量の不均衡などの農業水利システムの水利用機能に基づく管理水準の設定は難しい。そこで、個別施設の構造機能、水理機能及び社会的機能の性能指標から、設定可能で支配的なものを選択し、施設管理者等とのリスク・コミュニケーション（P. 102 参照）を通じて決定する。
- エ 性能指標に基づいて管理水準を設定する場合、施設の影響度評価等を踏まえて潜在的なリスクを考慮し、影響度の大きい施設については管理水準の引上げを検討する。なお、パイプラインは管種や管形状ごとに性能低下事象が異なり、変状が閾（しきい）値を超えると急速に性能低下が進行するなど、予測が難しい場合もある。そのような場合でも、管種や管形状の特徴を踏まえて、施設造作者と施設管理者等がリスク・コミュニケーションを行い、管理水準を設定することが望ましい。
- オ 以降に管理水準の設定例を示す。本事例は、機能診断結果で得られた性能指標と管理水準を照合し、対策の要否や実施時期を検討する際に活用されるものであり、本事例だけで性能の低下を予測することはできない。



【図5-4 減水量による管理水準の設定を行う場合の例（水理機能）】



【図5-5 たわみ率による管理水準の設定を行う場合の例（構造機能）】

7 対策時期の検討（リスク評価）

対策時期の検討は、管種や管形状、機能診断調査で得られた定量的な性能指標、健全度、供用年数、影響度の評価結果等を考慮し、保全方式に応じた適切な方法を選定し実施する。なお、対策時期は、施設造成者と施設管理者等がリスク・コミュニケーション（P. 102 参照）を行い決定することを基本とする。

【解説】

ア 状態監視保全における対策時期の検討

(ア) 対策時期は定量的な性能指標に基づき予測することが望ましいが、パイプラインでは、定量的な性能指標に基づく経験式などの手法が確立されていない場合が多い。

(イ) 対策時期の検討に当たっては、対象施設の状態に関する支配的な性能指標に着目するとともに、定量的な性能指標に基づき予測することが難しい場合には、調査（機能診断）頻度を増やすなどして、変状の進行を可能な限り迅速に把握することに努める。

(ウ) 着目した性能指標から想定した対策時期、健全度、影響度評価結果、耐用年数、経過年数等を踏まえ、施設造成者と施設管理者等がリスク・コミュニケーションを行い、対策時期を決定する。

(エ) リスク・コミュニケーションの際に使用した資料は、今後の機能保全計画の基礎となるため、施設造成者と施設管理者等が相互で保管するとともに、リスク・コミュニケーションの結果は打合せ記録簿等に整理する。

イ 時間計画保全における対策時期の検討

状態監視保全の適用が困難な施設においては、日常点検結果、事前調査（問診調査）結果、現地調査結果、地区内又は標準的な過去の更新実施時期及び標準耐用年数、影響度等を踏まえ、施設造成者と施設管理者等がリスク・コミュニケーションを行い、対策実施時期を決定する。

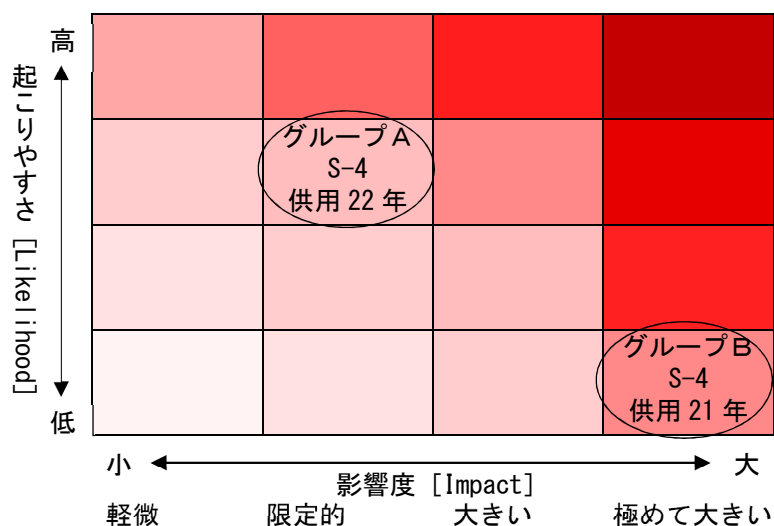
【参考】リスク・コミュニケーションによる対策時期の検討（例）

リスク・コミュニケーションでは、施設諸元（管種、管形状、供用年数）、重点的に管理すべき性能指標や健全度評価等の機能診断結果、影響度、漏水事故の発生状況等を参考に、施設造成者が保全方式、対策実施時期及び対策内容について提案する。

これに対し、対話により施設管理者等の意向を把握し、必要に応じて修正を行い、施設管理者等の意向を踏まえた機能保全計画を策定・更新する。

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以降に示す。リスク・マトリックスの縦軸は、漏水事故等により施設機能が低下する起こりやすさを示している。これまでに漏水事故が発生した施設では漏水事故率により評価するが、漏水事故が発生していない施設では、健全度評価や確認されている変状種別、経過年数等を参考に、起こりやすさを推定する。

なお、本事例は個別施設単位の機能保全計画立案段階の取組の概念を示すものであり、賦課金の積立て状況や前歴事業の償還期間等の視点は考慮されていない。実際の事業は、このようなリスク・コミュニケーションの結果を踏まえ、更に別スキームにて予算規模や地区内での対策実施の優先順位、想定される国営事業の予算規模等も総合的に考慮して決定される。



【図5-6 リスク・マトリックス】

考慮する内容	グループA	グループB
管種・口径	FRPM管・800mm	DCIP・900mm
性能指標	たわみ率 (現状4.1%)	内面発錆面積 (現状0.3m ² :管体全面積の2%)
管理水準	たわみ率5.0%	1.7m ² :管体全面積の10%
想定される対策時期	10年後	20年後
供用年数	22年	21年
健全度	S-4	S-4
漏水事故	あり	なし
漏水事故率	0.4件/km・年	—
埋設環境	耕地下	鉄道横断部
影響度	中	極めて大
起こりやすさ	中～大(漏水事故発生を考慮)	小

グループA (S-4) は、標準的な耐用年数を超過しておらず、現状では目立った変状も発生していないが、本グループでは漏水事故が発生していることにも留意する必要がある。今後3年に1回程度機能診断を実施し、たわみ率の傾向管理を行いながら、10年以内に更新又は管更生工法による補強を行う。

グループB (S-4) は、平成15年度に施工されたDCIPであり、外面腐食に対してポリエチレンスリーブ被覆が施工されている。長期供用が期待されるが、影響度が極めて大きいため、今後5年に1回程度機能診断を実施し、管内面の発錆面積の傾向管理を行いながら、参考耐用年数である40年を迎える前までに管更生工法による補強を行う。



グループAは提案のとおり10年以内に対策を講じてほしい。
グループBについては、管の状態が良好であるため、適切に状態監視を行いながら、供用年数40年を目指して引き続き利用していきたい。

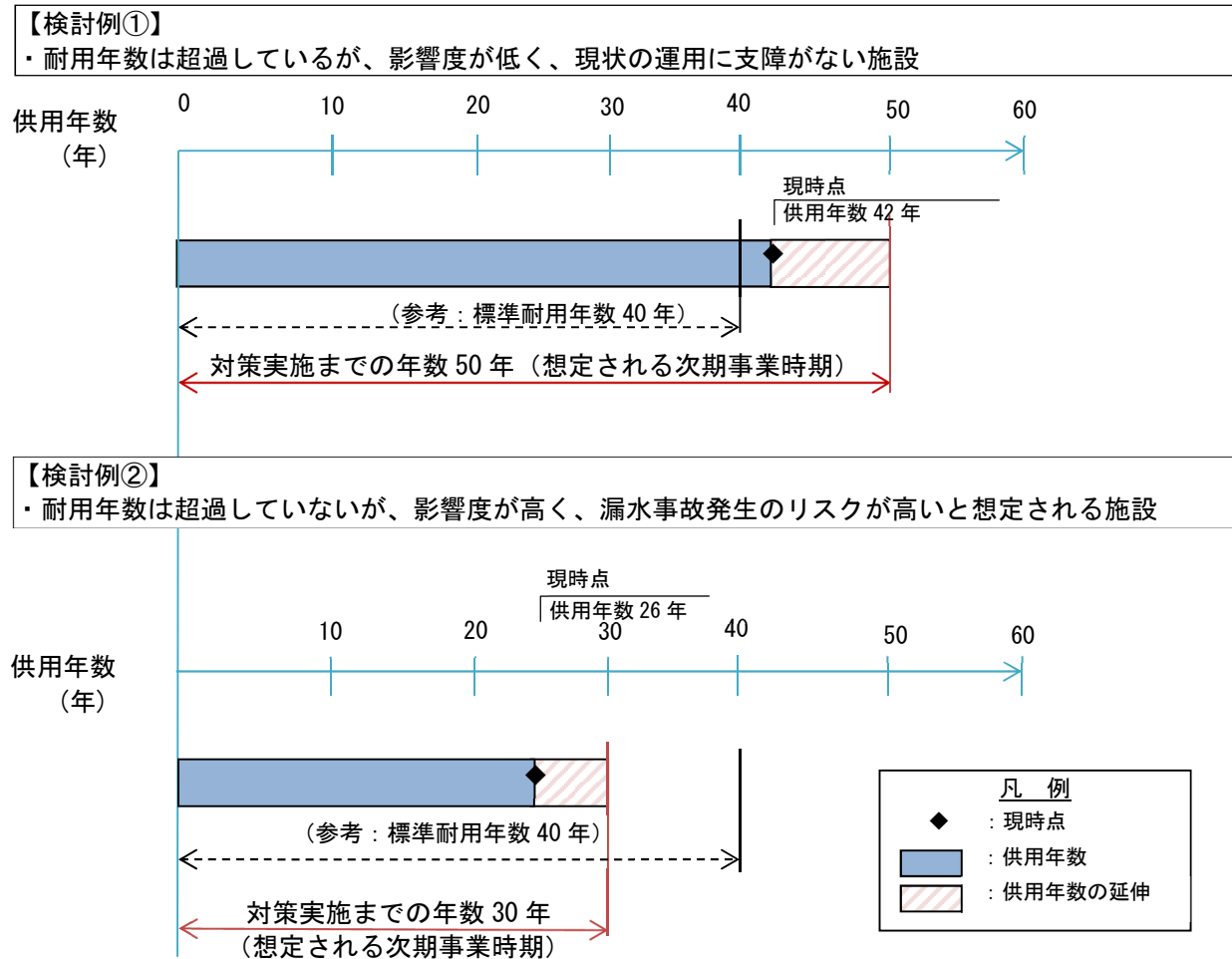


【図5-7 リスク・マトリックスを活用したリスク・コミュニケーションの例】

【参考】標準耐用年数等を参考にした対策時期の検討（例）（時間計画保全による取組）

検討例①は、標準的な耐用年数（40年）を超過した施設であるが、事故発生時の影響度が低いこと、緊急事態には施設管理者等が速やかに対応可能であることから、想定される次期事業時期まで余寿命を延伸した事例である。

検討例②は、標準的な耐用年数は超過していないが、事故発生時の影響度が高く、漏水事故発生リスクも高いと想定されることから、対策実施時期を耐用年数よりも前倒した事例である。



【図 5 - 8 標準耐用年数等を参考にした対策時期検討の例】

8 対策工法の検討に当たって配慮すべき事項（リスク評価）

（1）耐震化対策

機能診断及び機能保全計画の策定に際しては、施設の重要度や地域の実情を踏まえて、耐震診断及び耐震化対策の検討を併せて行うことが望ましい。耐震診断等は、現行の『土地改良事業計画設計基準・設計「パイプライン」』や『土地改良事業設計指針「耐震設計」』を参考にして実施する。

【解説】

ア 基本的考え方

機能診断及び機能保全計画の策定に際しては、施設の重要度や地域の実情に応じて、耐震診断及び耐震化対策の検討を併せて行うことが望ましい。また、機能診断において施設の健全度指標の低下が進行した場合や、想定地震が変更された場合には、耐震診断や対策の内容も適宜見直しを行う。

パイプラインの耐震診断及び耐震化対策は、『土地改良事業計画設計基準・設計「パイプライン」』や『土地改良事業設計指針「耐震設計」』等に基づき、第三者被害の発生や被災による基本機能に与える影響等を総合的に勘案して、人命・財産やライフラインへの影響が大きいなど、特に重要度が高く、耐震診断が必要と判断された施設について行うものである。

本項では、基本的にこれらの設計基準又は設計指針を抜粋して記載している。

※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「パイプライン」』 令和3年6月

『土地改良事業設計指針「耐震設計」』 平成27年5月

『水道施設耐震工法指針・解説 2022年版』 令和4年6月

イ 重要度区分の考え方

耐震診断等を行うに当たっては、パイプラインの路線を「極めて重要度の高い区間又は施設（重要度A種）」、「重要度の高い施設（重要度B種）」、「被災の影響が少ない施設（重要度C種）」の3種類に区分する。

重要度区分は、表5-2に示す「①利水施設としての規模」、「②被災による二次災害危険度」、「③応急復旧の難易度」の3項目で判定する。

【表5-2 パイプラインの重要度区分】

区分	項目 ①～③のいずれかに該当する施設	判断する上での参考指標
重要度A種	① 利水施設としての規模 供給される用水の中断あるいは減量が地域の生活機能及び経済活動・生産活動に与える影響の度合い。	・水路システムの中で上流に位置し、施設規模が極めて大きく、かつ被災した場合にライフラインとしての水供給、ひいては地域の生活機能や経済活動・生産活動に著しい支障をきたす場合 例) 基幹水利施設(水田用水)として、流量 5m ³ /s 以上、口径 2,000mm (V=1.5~2.0m/s 程度を想定) 以上※など。また、バイパス水路の有無や、関連施設からの供給(代替施設)の可能性など地区の状況に応じて勘案する。
	② 被災による二次災害危険度 パイプライン施設が被災することによる第三者への被害で、特に人命・財産やライフラインなどへの影響を判断する。	・パイプライン施設に近接して家屋、避難場所、公道、鉄道、ライフライン等重要公共施設があり、水路の損壊による流出水が大量にこれらの場所に流入、又は湛水し、人命又は社会経済的に重大な影響を及ぼすおそれがある場合
	③ 応急復旧の難易度 パイプライン施設が被災した場合に直ちに実施すべき応急復旧のための現場作業の難易度	・応急復旧のための作業が極めて困難、又は長期間を要する場合 例) 宅地などの隣接部や構造物の埋設が深い場合などに難易度が高くなると考えられる
重要度B種	① 利水施設としての規模 同上	・施設規模が極めて大きく、かつ被災した場合にライフラインとしての水供給、ひいては地域の生活機能や経済活動・生産活動に相当の支障をきたす場合で、A種以外のもの
	② 被災による二次災害危険度 同上	・パイプライン施設に近接して家屋、避難場所、又は重要公共施設があり、水路の損壊による流出水がこれらの場所に流入又は湛水し、人命に重大な影響はないものの、社会経済的に多大な影響を及ぼすおそれがある場合
	③ 応急復旧の難易度 同上	・応急復旧のための作業に比較的長期間を有する場合
重要度C種	① 利水施設としての規模 同上	・A種、B種に該当しない場合 ②の例) 水路施設が甚大な被害を受けた場合でも付近の原野、水田等が浸水する程度で、社会経済的な影響が軽微な場合 ③の例) 応急復旧のための作業が容易で、短期間で実施できる場合
	② 被災による二次災害危険度 同上	
	③ 応急復旧の難易度 同上	

備考)

※ 水田用水における流量 5m³/s 以上、口径でφ2,000mm (V=1.5~2.0m/s 程度を想定) 以上は、一つの例として示しているものであり、地区の状況に応じて勘案する。

出典：『土地改良事業計画設計基準及び運用・解説設計「パイプライン」』令和3年6月、P.347

ウ 保持すべき耐震性能

パイプラインの耐震性能としては、地震時の使用性、復旧性及び安全性を勘案し、3段階の性能が設定されている。地震動と重要度の組合せに対し、パイプラインが目標とすべき耐震性能の基本的な水準を表5-3に示す。なお、パイプラインの耐震設計における重要度区分の評価方法は表5-2に示すとおりである。

【表5-3 重要度区分及び地震動レベルと耐震性能】

区分	地震動レベル	レベル1地震動	レベル2地震動
	重要度A種	耐震性能	健全性を損なわない。
耐震設計の実施の有無		耐震設計を行う。	耐震設計を行う。
重要度B種	耐震性能	健全性を損なわない。	耐震性能を設定しない。
	耐震設計の実施の有無	耐震設計を行う。	耐震設計を行わない。
重要度C種	耐震性能	耐震性能を設定しない。	耐震性能を設定しない。
	耐震設計の実施の有無	耐震設計を行わない。	耐震設計を行わない。

出典：『土地改良事業計画設計基準及び運用・解説設計「パイプライン」』令和3年6月、P.349

エ 耐震診断の手順

耐震診断は、既設構造物の耐震性能が正確かつ効率的に評価できるように実施する。

このため、耐震診断は、概略的な方法による一次診断と、より詳細な方法による二次診断によって行うものとする。

(ア) 一次診断

一次診断は、延長の長いパイプラインを対象とすることから、既存資料や現状調査、過去の震災におけるパイプラインの被害の実態を踏まえて概略的な耐震性能の評価を行う。

(イ) 二次診断

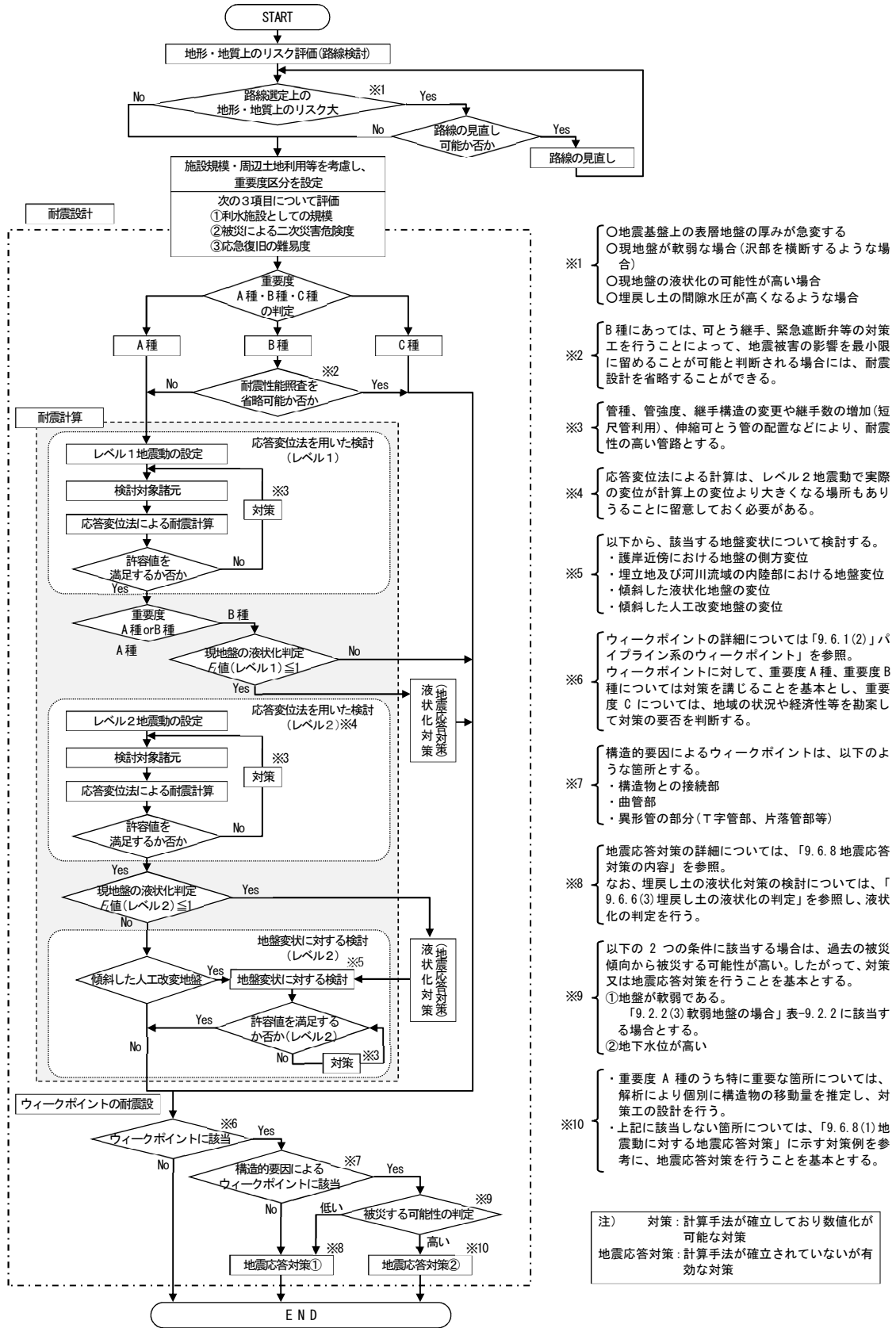
① 二次診断は、一次診断により得られたパイプラインの情報や地盤条件を基に、新設と同様の耐震設計法を用いて耐震性能を照査することを原則とする（表5-4）。

② パイプラインの場合、建設年次の古いPC管などは、継手寸法が短く、地震時の抜けに対する余裕量が非常に小さい場合がある。

このため、建設当時の状況等を調査の上、継手余裕量を適切に評価する。

③ 現行の設計基準に記載された液状化による管体の浮上等の地震被害事例や地震時応答対策を参考にし、該当施設の耐震性能を評価する。

④ 以下に、パイプラインにおける耐震設計のフローを示す。



【図5-9 耐震設計のフロー】

引用：『土地改良事業計画設計基準及び運用・解説設計「パイプライン」』令和3年6月，P.341

【表5-4 パイプラインの標準的な照査方法】

施設・構造種別	パイプライン		
重要度	B種	A種	
目標とする構造物の耐震性能	健全性を損なわない	健全性を損なわない	致命的な損傷を防止する
設計地震動	レベル1	レベル1	レベル2 〔タイプⅡ (内陸直下型)〕
耐震計算	応答変位法を用いて、地震により地盤内に生じる応答量（地盤変位や加速度、せん断力等）を構造物モデルに静的荷重として与え、構造物の応答を算定		
耐震照査	応答変位法を用いて、継手伸縮量や管体ひずみを照査		

出典：『土地改良事業設計指針「耐震設計」』平成27年5月，P.243に加筆

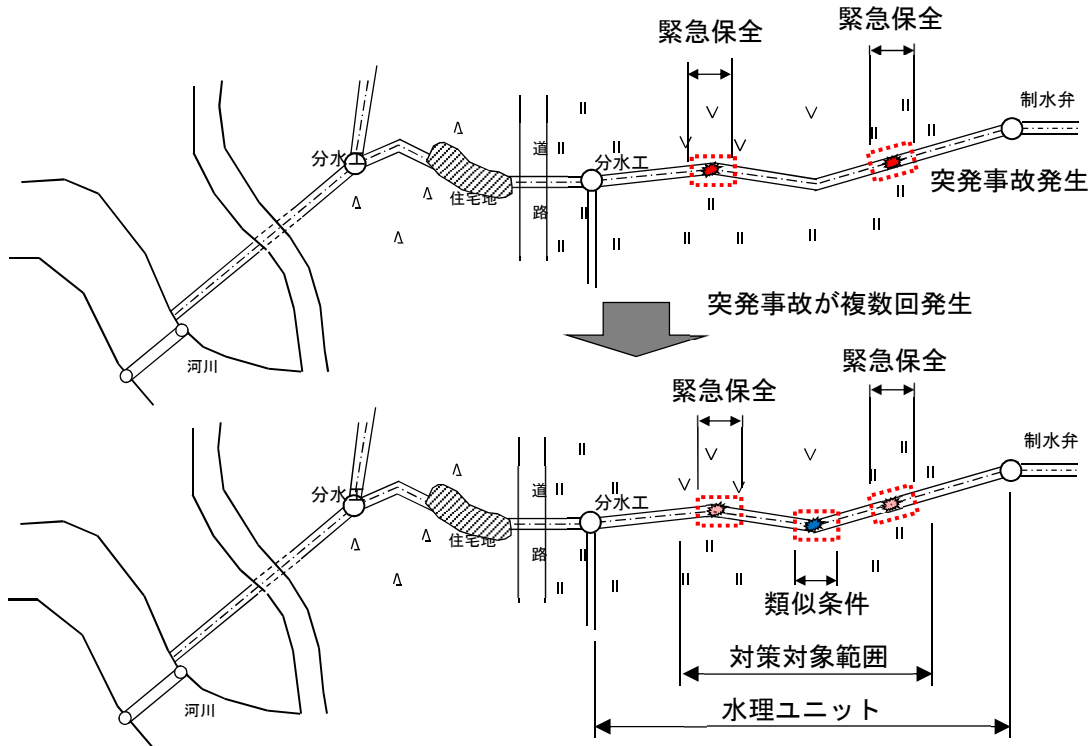
(2) 突発事故が複数回発生した区間での対策工法の検討

突発事故が複数回発生した区間については、水理ユニットとしての性能が著しく低下している可能性がある。
 このことから、緊急保全を実施した際の詳細調査や事故要因部材を踏まえ、類似事故を予防するための対策を検討する。

【解説】

ア 突発事故が複数回発生した区間の保全対策では、緊急保全を実施した際の詳細調査や事故要因分析を基に対策工法の検討を行う。

イ 突発事故による緊急保全が複数回続く水理ユニットは性能が著しく低下している区間がある可能性がある。このような場合、改めて詳細調査により機能診断及び事故要因分析を行うとともに、事故との類似条件、管種や管形状、施設規模（通水量）、水理ユニット、土地利用条件、地形・地質等が大きく変わる変化点等を踏まえて、対策の要否及び対象範囲を検討する。その後、施設管理者等や関係機関等の意向、経済性等を考慮して、対策の実施時期、対象範囲等を決定する（図5-10）。



【図5-10 突発事故が複数回発生した区間での保全対策イメージ】

9 対策工法の検討（リスク評価）

対策工法は、パイプラインの変状の進行状態（健全度）、今後の性能低下予測、性能低下要因、耐震化対策等の必要性を踏まえ、適切な種類の対策工法を検討する。

【解説】

ア 対策工法の検討は、水利用機能（送配水性、保守管理・保全性等）、水理機能（通水性等）、構造機能（力学的安全性、耐久性、安定性等）等における要求性能が、個別施設及び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。

工法選定に当たっての留意点は、以下のとおりである。

(ア) 水利用機能及び水理機能を回復するに当たっては、以下のような他の水理ユニットの改修も視野に入れた検討を行うことが望ましい。

- ① 当該区間管路の圧力不足は、受益近くの管路の口径を大きくすることで緩和
- ② 圧力不足の受益へ他の幹線・支線水路から用水を補給

(イ) 対策工法の実施により通水断面が減少する場合には、各水理ユニットに必要な通水能力が確保されているかを確認する。

(ウ) 補修・補強工法は下水道分野で使用実績等が整理されていることが多いが、口径、内圧、屈曲角度等の適用条件が限定されている場合があることから、工法の適否に留意する。

(エ) 畑地かんがいパイプライン等の対策工法の検討に当たっては、冬季にも水需要があり、断水可能期間に限られるなどの時間的制約がある場合等があることから、現場条件に留意し、工事期間中の暫定通水の確保や、別ルートによる更新整備など、施工可能な対策工法を検討する。

(オ) 対策の実施に併せて耐震化が必要な場合には、補強・更新等の対策工法自体の有する耐震性能にも留意する。また、耐震化の推進に当たり、構造的な耐震対策に加え、地震発生時の被害軽減や早期復旧に向けた事前準備も含め、総合的な観点から検討すべき項目を以下に示す。

- ① 液状化が懸念される場合、継手が離脱しにくい可とう性のある管種や継手を選定するほか、基礎及び埋戻し材料に砕石や固化処理土（ソイルセメント、流動化処理土）を使用して、液状化の発生を防止する。
- ② 空気弁等の附帯施設、離脱防止機能がなく伸縮量が大规模地震に対して不十分な伸縮可とう管、落橋防止構造を有さない水管橋等、過去の地震で被害の多い施設については、耐震性が高いものに更新する。
- ③ 被害の想定を踏まえ、早期の復旧方法、代替水源及び暫定配水方法の確保、緊急遮断弁の設置による漏水被害の軽減や貯留水の確保等についても併せて検討する。
- ④ 被害が生じる可能性の高い資材については、製作期間や代替品の有無、備蓄や更新の方針についても検討する。
- ⑤ 地震時の対策、検討内容、備蓄資材等については、近隣の土地改良区、市町村、都道府県、農政局、水道局、資材メーカー等と連携し、情報共有を図る。

イ 具体的な工法については『農業水利施設の長寿命化のための手引き』平成 27 年 11 月、『農業水利施設の補修・補強工事に関するマニュアル（パイプライン編）』平成 29 年 4 月を参照するものとする。

10 機能保全コストの算定（リスク評価）

機能保全コストは、対策工法の検討で作成したシナリオごとに算定し、経済比較を行い、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ことを基本とする。ただし、パイプラインは管種、管形状等によっては性能低下予測が難しいことを踏まえ、単一シナリオで機能保全コストを算定してもよい。

【解説】

ア 機能保全コストは、対策工法の検討で作成したシナリオごとに算定し、経済比較を行い、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ことを基本とする。

ただし、パイプラインは管種、管形状等によっては性能低下予測が難しく、複数シナリオの設定ができない場合には、単一シナリオで機能保全コストを算定する。また、次回以降の機能診断では、これまでの診断結果を踏まえ、対策シナリオの見直し及び機能保全コストの再計算を行う。機能保全コストの算出手順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) 算定対象期間は、土地改良事業における経済効果算定期間等を参考にして、40年間又は工事期間+40年間とすることを基本とする。

(ウ) 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、計画及び設計に要する費用（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。

(エ) 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。

(オ) 検討対象期間の各年度における上記の合計額を、原則として社会的割引率で現在価値に換算し、累計して機能保全コストを算定することを基本とする。ただし、単一シナリオの場合は、複数シナリオでの比較検討を行わないことから、社会的割引率を適用しなくてもよい。

(カ) 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。ただし、社会的割引率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になるなど、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になる場合において、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を考慮するなど、慎重に検討する。

イ 単一シナリオは、性能低下予測が難しい場合に暫定的に設定するものであり、機能診断の結果、対策時期が前倒し又は後ろ倒しになる可能性がある。そのような性格のものであることを関係者間で十分に認識を共有する必要がある。また、単一シナリオの選定に当たっては、適用可能な複数の材料・工法を抽出し、経済性、施工性、環境への影響などの比較検討結果に基づき、最も経済的かつ効果的な対策を一つ選定する。

【参考】パイプラインにおけるシナリオ設定と機能保全コストの算定の検討（例）

(1) 対策工法の検討とシナリオ作成

1990年に整備したパイプラインを対象に、2030年を対策時期と設定した場合の対策工法とシナリオについて、管種、管形状等の性能低下要因を踏まえ、以下の単一シナリオを検討。

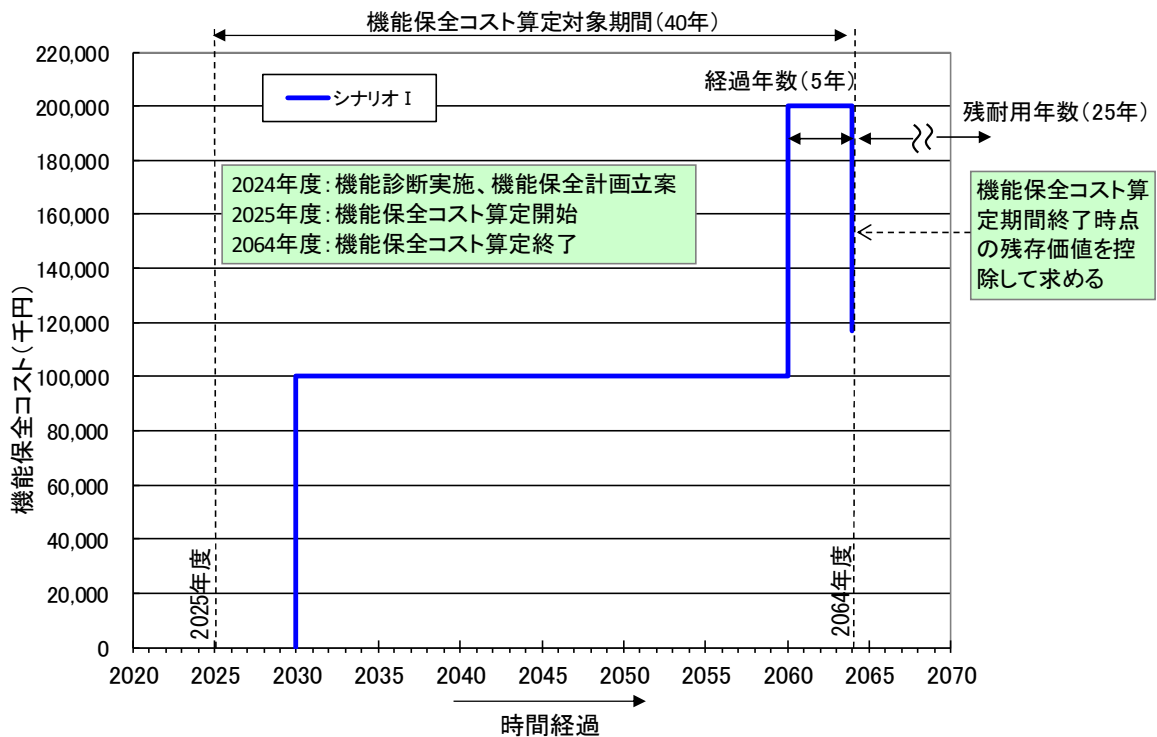
- ・シナリオ I：2030年、2060年に耐用年数を30年とする対策（補強）を実施するシナリオ。

(2) 算定チャートの作成

上記までの検討経過を踏まえ算定チャートに整理する。

- ① 単一シナリオであるため、社会的割引率（4%）は適用しない。
- 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。

このシナリオの機能保全コストをグラフに表せば、図5-11のとおりとなる。



【図5-11 シナリオの機能保全コスト】

【表5-5 算定チャート】

(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	検討期間末の残存価値	機能保全コスト	評価概要
	(供用経過年数)	(西暦)							
I	40年	2030年	パイプライン	一式	対策①	100,000	0	100,000	対策実施時期に管路更生工法を施し、以後30年間で繰り返すシナリオ。
	70年	2060年	パイプライン	一式	対策①	100,000	83,333	16,667	
			小計			200,000	83,333	116,667	

1 1 施設監視（リスク対応）

施設監視は、施設の変状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。施設管理者等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、影響度、健全度評価、変状の進行性等を踏まえた上で、リスク・コミュニケーション（P.102 参照）を行いながら、具体的な監視対象・項目・監視頻度等を設定することが重要である。

【解説】

ア 施設監視の目的と対象

（ア）施設監視は、施設監視計画を含んだ機能保全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、対象施設の変状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。

（イ）施設の監視対象は、原則として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、重要度、健全度評価、変状の進行性等を勘案し、リスク・コミュニケーションを行いながら、1施設（1機能保全計画）当たり1定点以上を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し、当該定点を選定した理由について整理する。

（ウ）定量的な性能指標に基づき性能低下予測をすることが難しい管種や事故が多発している地点等については、監視対象（定点）に設定することが望ましく、監視の頻度も含めてリスク・コミュニケーションにより増やすことも検討する。また、水管橋や調整水槽は地上からの目視が可能であることから、積極的に監視対象とすることも考えられる。

イ 施設監視手法

（ア）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。

（イ）施設造成者（機能診断実施者）は、施設監視計画を含んだ機能保全計画の策定の際に、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した上で施設管理者等に提供することが望ましい（表5-6、表5-7）。また、監視の結果を記録する様式について、表5-12の施設監視記録票の例を参考に、施設管理者等と調整の上、実施可能な範囲で作成する。なお、従来から使用している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。

（ウ）施設管理者等は、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して施設監視を実施し、施設監視記録票等に記入を行う。なお、施設管理者等は、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できるようにする。

ウ 施設監視のポイント等

施設造成者は、機能保全計画の策定の際に、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5-6）を施設管理者等に提示しつつ、施設監視のポイントを共有する。

【表5-6 施設監視のポイント等（パイプラインの例）】

項目	内容
施設監視のポイント	<ul style="list-style-type: none"> ・パイプラインの場合、通年利用や非かんがい期も管内が充水されている場合が多い。このため、目視による施設監視（継続監視）に当たっては、落水・排泥等の準備作業や管内進入のための仮設工、安全対策工の構築等が必要になるが、これらの作業を簡易に実施できない場合も想定される。この場合、定点の周辺状況、露出部の変状、附帯施設の変状等を監視することも考えられる。 なお、構造機能に係る施設監視のみならず、かんがい期に実施可能な水利用機能及び水理機能に係る施設監視を行うことが重要である。 ・周辺状況では、地上部より施設の変状を把握するため、漏水（痕跡）、路面ひび割れ、沈下、土地利用の変化等を確認する。 ・露出部（水管橋や露出配管部等）では、管外面の腐食や亀裂・変形等による耐荷性の低下が懸念されるため、変化を確認する。 ・附帯施設では、バルブ類の発錆、作動不良、漏水の有無、計器類の故障等による水利用機能の低下が懸念されるため、変化を確認する。また、ファームポンド等のコンクリート構造物では、ひび割れ、圧縮強度、変形等を確認する。 ・変状の顕著な箇所、機能が喪失した場合に影響の大きい箇所、ウィークポイント等を重点的に監視する。 ・定量的な性能指標に基づく予測が難しい管種や管形状の場合、継続的に監視対象とする定点を設定し、リスク・コミュニケーションを通じて、調査（機能診断）の頻度及び対策時期を検討する。
施設監視手法	<ul style="list-style-type: none"> ・目視、施設監視記録票の記録及び写真撮影により実施する。 ・地上部からの調査で異常が確認された場合は、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。 ※ 撮影時には計測器具を当てる。 ※ 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。 ・水利用性能及び水理性能に係る施設監視は、圧力計や水位などを確認して行う。 ・施設に異常が見受けられた場合は、管轄の調査管理事務所へ連絡する。

エ 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、施設監視の準備作業の内容を整理し、施設管理者等に情報を提供する。想定される準備作業の例を表5-7に示す。

【表5-7 施設監視のための準備作業（例）】

施設名	工種	施設監視のための準備作業
〇〇幹線	パイプライン (S-3)	<ul style="list-style-type: none"> ・監視する定点周辺の雑木や雑草の繁茂状況を明確にし、伐採等の対策の必要性についても整理する。 ・農地など民地上を踏査する場合、地権者に了承を得る。 ・必要に応じて管内面調査を行う場合、管内面に汚れや貝等の水生生物が付着し変状が確認できない場合があるため、内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。 ・水利用機能及び水理機能に係る施設監視では圧力計が設置されていない場合、圧力計の設置が可能な附帯施設を抽出し、圧力計の設置方法、水替え工や安全対策等の必要性について整理する。

オ 施設監視の頻度等

(ア) 施設監視の頻度は、年1回以上を基本とするが、かんがい期と非かんがい期の2回行うことが望ましい。明らかに変状の進行が認められる場合や、性能低下予測が難しく、変状の進行性に注意を払う必要がある場合などには、リスク・コミュニケーションを行いながら適宜監視の頻度を増やす等の対応を検討する。

(イ) 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、継続して施設造作者又は施設管理者等が実施する。

なお、シナリオ到達年度に達していない施設については、施設管理者等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、通常の管理日誌等への記録などの簡易な方法で、施設監視を実施してもよい。

カ 施設監視計画の作成

施設監視計画は、「ウ 施設監視のポイント等」を踏まえ、表5-8の項目について整理し作成する。作成例を（参考）表5-9～表5-11に示す。

【表5-8 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	・施設の影響度や管理水準等を踏まえた監視頻度
⑤	監視の留意事項	<ul style="list-style-type: none"> ・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	<ul style="list-style-type: none"> ・施設造作者と施設管理者等の連絡体制 （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

【表 5-9 施設監視計画記載例（パイプライン）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 管種:FRPM管 (S-4)	◇監視対象 【その他の変状】 ◇監視内容・項目 ・地表面の変状 (沈下、浸みだし、漏水) ◇監視対象 【漏水量】 ◇監視内容・項目 ・漏水量	1回/年 (6月)	・通水中に地表面の目視、写真撮影により監視を行う。 ・漏水が疑われる場合は右記の異常時の措置をとる。 ・水張り試験等により計測する。 ・漏水量が増加している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	2028年

【表 5-10 施設監視計画記載例（パイプライン）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 管種:FRPM管 (S-3)	◇監視対象 【その他の変状】 ◇監視内容・項目 ・地表面の変状 (沈下、浸みだし、漏水) ◇監視対象 【継手間隔】 ◇監視内容・項目 ・挿入長	2回/年 (6月・10月)	・通水中に地表面の目視、写真撮影により監視を行う。 ・漏水が疑われる場合は右記の異常時の措置をとる。 ・水抜き後、目視、写真撮影により監視を行う。また、継手間隔を計測(ノギス、隙間ゲージ等)し、調査時より顕著な進捗が確認され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	2028年

【表 5-11 施設監視計画記載例（パイプライン）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 管種:FRPM管 (S-2)	◇監視対象 【その他の変状】 ◇監視内容・項目 ・地表面の変状 (沈下、浸みだし、漏水) ◇監視対象 【変形・たわみ】 ◇監視内容・項目 ・水平たわみ量 ・鉛直たわみ量	2回/年 (6月・10月)	・通水中に地表面の目視、写真撮影により監視を行う。 ・漏水が疑われる場合は右記の異常時の措置をとる。 ・水抜き後、目視、写真撮影により監視を行う。また、たわみ量を計測(デジタール棒ゲージ等)し、たわみの状況が調査時より顕著な進捗を確認した場合は右記の異常時の措置をとる。	〇〇土地改良区 〇〇課	・〇〇土地改良調査管理事務所 保全計画課へ連絡	2027年

キ 施設監視の実施

(ア) 施設管理者等が行う施設監視は、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。写真は、施設の状態や状況の経年変化を視覚的に確認できるのが望ましいことから、必要に応じてノギスやゲージ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。

施設監視として、管内面での直接的定量調査を行う場合は、施設造成者と施設管理者等が協議の上、実施者を決定する。

(イ) 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5-12に示す。

ク 施設監視結果の共有

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、施設管理者等の関係者とリスク・コミュニケーションを行い、合意形成が図られるよう努める。また、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5-12 施設監視記録票（パイプライン）】

施設名	〇〇幹線用水路	〔住所〕	△△市××地先						
点検日時	〔今回〕 西暦 年 月 日	〔前回〕	西暦 年 月 日						
点検者	■■■土地改良区 氏 名	施設情報	影響度: 中	健全度:	S-5 箇所	S-4 3箇所	S-3 7箇所	S-2 箇所	S-1 箇所
構造・規模	鋼管(SPφ500)								

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	流量の不足 <input type="checkbox"/> 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無	
		その他の異常	<input type="checkbox"/> 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無	
	末端給水	末端用水量の不足	<input type="checkbox"/> 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無	
		その他の異常	<input type="checkbox"/> 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無	
	水管理	流量・圧力制御上支障が生じている	<input type="checkbox"/> 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無	
		その他の異常	<input type="checkbox"/> 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無	
管路本体	露出配管	亀裂、変形	<input type="checkbox"/> 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無	
		外観上の異常(塗膜の剥げ落ち、腐食、錆等)	<input type="checkbox"/> 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無	
		サイホン部の異常(河床低下、サイホン露出)	<input type="checkbox"/> 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無	
	周辺状況	地盤の陥没、崩壊、漏水痕跡	<input checked="" type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無	No.19+45.0付近で漏水を確認。
		住宅、道路等の建造物の新設	<input type="checkbox"/> 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無	
		地上部土地利用状況の変化	<input type="checkbox"/> 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無	
		荷重条件の変更	<input type="checkbox"/> 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無	
		施設周辺の改変状況等	<input type="checkbox"/> 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無	
		その他の異常	<input type="checkbox"/> 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無	
		附帯設備	バルブ類	正常に機能しない(全閉しない等)
漏水	<input type="checkbox"/> 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無			
操作性の低下	<input type="checkbox"/> 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無			
周辺地盤の陥没、崩壊、漏水痕跡等	<input type="checkbox"/> 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無			
発錆等の外面塗膜の変状	<input type="checkbox"/> 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無			
弁体作動と開度計の指示の不整合	<input type="checkbox"/> 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無			
分・配水槽、調圧水槽	計器類の指示状況の異常、よごれ		<input type="checkbox"/> 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無	
	その他の異常		<input type="checkbox"/> 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無	
その他	環境等	水位の変動が激しく水槽から溢水	<input type="checkbox"/> 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無	
		水位が脈動して安定せず水位制御が困難	<input type="checkbox"/> 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無	
		水位の安定性の低下	<input type="checkbox"/> 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無	
		その他の異常	<input type="checkbox"/> 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無	
		異常な騒音・振動	<input type="checkbox"/> 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無	
		周辺住民からの苦情	<input type="checkbox"/> 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無	

定点番号	T0001 (No.19+40~No.19+50)	健全度	S-3
緯度(N)	〇〇°	〇〇′	〇〇″
経度(E)	〇〇°	〇〇′	〇〇″

施設監視※3	【施設監視計画で記載されている定点で実施】 ※写真等を貼り付ける場合には、メニューの「挿入→図」により挿入するようにして下さい。	
	 <p>変状部全景写真</p>	 <p>変状部近景写真</p>
	コメント	コメント

【例】路面が湿潤している。水量、周囲の状況から管からの漏水と判断される。漏水が懸念される箇所について早急に試掘調査を行い、対策を実施する。今後も施設監視を継続し、関係者間で情報を開示、共有する。

特記事項(※2)	 
----------	--

※1: 位置情報(住所又は〇〇橋近傍の左岸)と合せ、前回点検時からの流量・外観・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。

第6章 今後のパイプラインのストックマネジメントの方向性

パイプラインのストックマネジメントを発展・高度化させるためには、管種、管形状、位置、埋設状況等の管路データに加え、漏水事故に関する質の高いデータを体系的に収集し、事故要因の分析に基づくリスク評価の結果を機能保全計画に反映させることが重要である。

また、確実な施設監視と適切な補修・補強と災害・事故時の迅速な点検・復旧を実施しやすくするためには、管内カメラ調査等の新技術の開発・実装を進めるとともに、メンテナビリティ（維持管理容易性）や、リダンダンシー（多重性）に配慮した施設整備・改築に取り組むことが求められる。

【解説】

ウ データ蓄積の必要性

パイプラインは、多様な管種や附帯施設で構成され、複雑な埋設環境や長大な延長といった特性を有するため、従来の近接目視だけでは状態把握に限界がある。効果的なストックマネジメントを実現するには、施設の現状を正確に把握し、適切な保全管理を行うための基礎情報として、データの体系的な蓄積が重要である。

また、パイプラインは、管種ごとに変状メカニズムや性能低下のパターンが大きく異なり、性能低下予測は難しいことが多く、埋設環境や施設規模等の条件によって適用可能な診断手法に制約が生じる場合がある。このため、構造機能、水理機能、安全性・信頼性の多面的な視点から総合的な評価を行うことが求められる。

これらの評価を効果的に実施し、将来的な性能低下予測の実現に向けた基盤を構築するためには、日常管理から定期的な機能診断までの各プロセスで得られる施設の状態に関する様々なデータを、継続的かつ体系的に蓄積することが重要である。

エ 農業水利ストック情報の利活用の高度化

(ア) 事故情報の一元的な収集・分析

近年、パイプラインの突発事故が増加しており、正確な事故情報の収集、原因究明、迅速かつ適切な復旧工法の選定がより重要になっている。

このため、漏水事故情報等を全国的に収集・蓄積し、漏水事故原因の究明について、産学官が一体となって取り組み、それらの情報を発信していくことが重要である。今回、これまでに蓄積された漏水事故情報等を整理・取りまとめ、参考資料「農業用パイプラインの事故の特徴と復旧工法の事例」として整理した。今後も引き続き、情報の収集・分析を進め、事故の未然防止技術や機能診断技術を発展させていく。

(イ) 農業水利ストック情報データベースの更なる活用

ストックマネジメントを推進するためには、施設の諸元情報や機能診断等に関するデータベースを構築し、その情報を有効活用し、施設造成者と施設管理者等が共有を図ることが重要である。このため、平成19年度から農業水利ストック情報データベースシステムを運用している。

機能診断を行う際に必要となる建設時の設計情報や施工情報、日常管理及び定期的な機能診断の情報は、本データベースシステムを用いて、蓄積することができる。

今後は、リスク・コミュニケーション（P.102 参照）に利用できる事故情報の蓄積のあり方を検討し、本データベース利活用の高度化に取り組んでいくことが重要である。

オ 機能診断に係る新技術の活用及び実装の促進

農業用パイプラインには、年間を通じて通水が必要な畑地かんがい地区や上水道・工業用水と共用している区間など、断水を許容しない、又は断水時間が限定される場合がある。また、口径800mm未満の管路では、人による潜行目視が困難になるなど、機能診断の実施に制約が生じることも多い。

このため、管内カメラ調査技術など、様々な制約の下でも機能診断が可能となるように新技術の開発及び実装に取り組んでいく必要がある。今後は、適用可能な新技術の情報を取りまとめ、発信するとともに産学官で連携し、新技術を開発していく計画についても検討していく。

カ メンテナビリティ（維持管理容易性）やリダンダンシー（多重性）の確保に配慮した施設計画

パイプラインは、管種によって性能低下予測が困難な場合があるため、変状の進行状況を迅速かつ適切に把握し、対応することが求められる。このため、変状を確認する調査定点の適切な設定と、頻繁な施設監視が必要である。しかし、水路によっては、上水道及び工業用水との共用区間や畑地かんがい用水の年間通水などにより長期間の断水が難しい場合、また、定点が斜路や伏せ越し部に位置し、人孔から遠く作業員の進入が困難な場合など、施設監視や調査、改修に適さない環境となっていることがある。

このことから、施設監視の確実な実施、適切な補修・補強、災害・事故時の迅速な復旧を可能とするために、メンテナビリティ及びリダンダンシーに配慮した施設整備・改築を進めることが重要である。具体的には、作業員が進入しやすい人孔の増設、管内排水を円滑にする排泥工の増設、上水道や工業用水との共用区間において断水を許容するための複線化などが挙げられる。

【表 6-1 戦略的な機能保全のための情報整備の方向性（国営造成施設）】

情報区分		整備の方向性
管路情報（造成・更新時、改修時に情報整備）		
① 名称、ストック DB コード、延長		整備済み
② 管種、口径 事業成績書等で記録が残されていない等の理由で情報整備が困難な場合は、状況を「不明」等の形で情報整理する。		整備済み ただし不明は整理が必要
③ 管厚、直管・異形管の別、継手の種類、製造メーカー、施工方法 事業成績書等から必要な情報を得られない場合は、その状況も情報として整理し記録、本施設や同地区施設の改修・更新の検討のタイミング等で、情報の再整備も検討する。		整備済み ただし、不足情報は再整備が必要
漏水事故情報（漏水事故発生・対応時に情報整備）		
① 概要情報 施設（名称、ストック DB コード）、事故発生年月日、管種、位置情報（測点など）、詳細情報を省略する場合は理由		必要
② 詳細情報 管路詳細（口径、管厚、静水圧等）、事故内容（状況、原因、写真等）、受益面積、被害、復旧内容等		必要 復旧費少額であれば省略可

【参考】機能保全対策におけるデジタル・トランスフォーメーション（DX）の活用（上水道分野の取組）

上水道分野では、人工知能（AI）を活用し、埋設された水道管の劣化度を予測して更新工事の優先順位の決定や、人工衛星データを分析して漏水箇所を推定する水道事業者向けの民間サービスも広がりつつある。

水道管の劣化度を予測するソフトウェアは、水道管路に関するデータ（水道管の材質・使用年数・過去の漏水履歴等）と、環境に係わるデータ等（土壌・気候・人口・交通量等）を組み合わせで解析し、各水道管が破損や漏水を起こす確率を予測する。

また、水道施設のデータを整理（台帳整備）している水道事業者は全体の 95.5%である。（令和 7 年度 全国水道主管課長会議 一国土交通省水管理・国土保全局 上下水道審議官グループ令和 7 年 4 月）

付録 用語の定義

『土地改良事業計画設計基準・設計「パイプライン」』に記載のパイプライン用語集のうち、本手引きで使用している各用語の定義を以下に示す。必要に応じて、『土地改良事業計画設計基準・設計「パイプライン」』に記載のパイプライン用語集を参照のこと。

用語	定義
安全弁	クローズドタイプパイプラインで異常な高圧が発生したとき、水圧を下げて管路の安全を期するためのバルブ。止水弁が一定の力で押さえられているもので、普通の水圧時は開かないが、異常な高圧時には自動的に開き、水圧が下がると弁が閉じる構造になっている。
可とう継手	切土と盛土の境界及び付帯構造物との接続等に使用し、不同沈下、振動等を吸収するための変位量の大きい継手。可とう管とも呼ばれる。
監査ます	管内の点検、清掃、補修等のため必要な場合に設けるものであり、設置位置の最高水位が地上 1.0m 以下のオープンタイプに用いる。
許容曲げ角度	継手の持つ最大曲げ角度の 1/2。
空気弁	サイホンやパイプライン中に流入する混入空気を自動的に排気するバルブで、単口型と双口型がある。一般に空気のたまりやすい埋設パイプの高位部に設ける。管内が減圧状態になると、外気を吸入して負圧を軽減する働きもある。
減圧スタンド型調圧施設	オープンタイプパイプラインの調圧施設として簡単な構造の減圧スタンドであり、スタンドの断面積はパイプラインのおおむね 1.5 倍程度を確保する。
減圧バルブ型調圧施設	パイプラインの途中で自動減圧バルブを設置し、1 次側の圧力の変動にかかわらず 2 次側パイプラインの水圧を一定に保つための施設。
固定継手	溶接、接着、ボルト接合等を施し、可とう性、伸縮性を持たない継手。
サージング	ある限られた区域内をエネルギーが伝播する媒体特有の伝播速度で往復動揺する現象。例えば、水圧管で流量が急激変動するときに生じる。
仕切弁	弁体が流体を垂直に仕切って開閉を行うバルブ。一般に遮断用として用いられ、流量調節には適さない。内ねじ式と外ねじ式がある。
伸縮継手	管の両端が固定されたコンクリート製のバルブボックス等で温度変化により管に生ずる応力を解放し、また施工時における機器類の最終取付け、維持管理時の機器の取外し等を行うために設ける伸縮性の大きい継手。
水撃圧	水撃作用により発生した圧力の周期的な変動の水圧。
水理ユニット	水位（圧力）境界、流量境界、水位（圧力）流量境界の境界条件により囲まれた一連の施設群。
スラストブロック	パイプラインの屈曲部、分岐部、管路端部、制水弁部、その他管が移動するおそれのある箇所に設置してスラスト力に抵抗して管を固定するためのコンクリート支台。
スラスト力	パイプラインの屈曲部や制水弁等設置個所に水流による遠心力や水圧の不均衡等により発生する力。
静水圧	静止した水が、面に対して、垂直に作用する力。その大きさは、水面までの鉛直距離が h の時、単位面積当たり ρgh となる。 ρ : 水の密度、 g : 重力の加速度。
制水弁	パイプやパイプラインの必要位置に流水の調整や遮断などの制御用に設けたバルブをいう。
調整池	導水や配水の対象が広域で、また水利用が多様化すると用水量の時間的変動が大きく、水利用が複雑化する。取水量、通水量、用水量の不均衡を調節し、この状況を改善するための貯水池が調整池であり、これにより配水運営に伴う水量損失が防止され、水路機能の弾力性が増大する。 水路組織の中間及び末端に設置する。
通気孔	流入口の下流部では、空気混入及び流れの収縮によって局所的な圧力低下を生じやすいので、空気を排除する施設を設ける必要があり、この場合に多く使用される。

用語	定義
通気スタンド	水撃圧緩和の役割を兼用させるため大容量の急排気能力を持たせる必要がある場合に採用し、他に減圧調整、監査孔等の役割を兼用させることが多い。
継手	固定継手、可とう性継手等に分類され、管と管を接続させるためのもの。
低圧パイプライン	送水系ではパイプラインに作用する最大使用静水頭が 100m 未満のものであり、配水系では末端給水栓の必要水圧が小さい（おおむね 0.15MPa 未満）、主として水田かんがいに用いるものをいう。
電食	迷走電流が存在する場合、その一部が金属管路に流入し、管体を局部的に腐食させること。
ととう性管	パイプラインに使用する管のうち、管体の許容されるたわみ率が 3% 以上の管。ダクタイル鋳鉄管、鋼管、硬質ポリ塩化ビニル管、ポリエチレン管及び強化プラスチック複合管が該当する。
軟弱地盤	パイプラインにおいては、粘性土の場合、 $N \leq 2 \sim 5$ 、又は自然含水比 70% 以上、砂質土の場合、 $N \leq 5 \sim 10$ 、又は液状化の可能性のある土層をいう。
バタフライ弁	弁胴と弁軸のまわりを 90° 回転するレンズ形の弁体からなり、構造が簡単で開閉が容易である。小型軽量化が可能で、口径が大きくなると経済的であるが、弁の全開時にも弁体が口径内に残るため水頭損失が大きい。
不とう性管	パイプラインに使用する管のうち、コンクリート管等のようにととう性に乏しい管。耐食性及び耐久性が大きく電食のおそれがない、重量が比較的大きい、内面の粗度の変化がほとんどないなどの特性を有する。
マクロセル腐食	電位差の異なる箇所がある距離において固定化されて起こる腐食。
マイクロセル腐食	鋼等の単一表面上の微視（マイクロ）的な局部電池作用による腐食。
余水吐	水路の安全のために、水路周辺からの流入洪水量や分水中止による水路余剰水を自動的に排除する構造物で、横越流堰型、サイホン型、自動ゲート型がある。普通、水路断面の変化地点に設ける。
離脱防止継手	異形管と直管とを一体化することにより、直管部に作用する土圧の拘束力を利用して、異形管に発生するスラスト力を釣合せて構造物を省くための継手（金具）。
流速係数	ヘーゼン・ウィリアムス公式に用いられる係数で、管種によって使用する値が変化する。

引用文献・参考文献

【引用文献】

- ・ 『農業水利施設の機能保全の手引き』 令和5年4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「パイプライン」基準書・技術書』令和3年6月
- ・ 農林水産省農村振興局『土地改良事業設計指針「耐震設計」』平成27年5月
- ・ 中達雄、樽屋啓之『農業水利のための水路システム工学－送配水システムの水理と水利用機能－』平成27年8月

【参考文献】

- ・ 農林水産省農村振興局整備部設計課『土木工事施工管理基準』令和3年3月改訂
- ・ 公益社団法人土木学会『2022年制定 コンクリート標準示方書〔維持管理編〕』
- ・ 財団法人水道技術研究センター『鋼管路の診断及び更新・更生計画策定マニュアル』平成15年
- ・ 財団法人水道技術研究センター『鋳鉄管路の診断及び更新・更生計画策定マニュアル』平成13年
- ・ 財団法人水道技術研究センター『鋳鉄管・鋼管・硬質塩化ビニル管診断手法の開発調査報告書』平成6年
- ・ 財団法人水道技術研究センター『水道用石綿セメント管診断マニュアル』平成3年
- ・ 社団法人日本下水道協会『管更生の手引き〔案〕』（平成13年）
- ・ 日本水道鋼管協会『日本水道鋼管協会規格 WSP マクロセル腐食防食指針』平成20年3月改正
- ・ 中達雄『ストックマネジメントに対する水利システムの機能と性能、農業農村工学会誌76(3)』pp15-18 平成20年
- ・ 水島淑博・伊藤保裕・辻本昌弘・小泉和広・毛利栄征『劣化PC管の調査・診断手法の検討、水土の知No.76-3』pp35-39 平成20年
- ・ 金平修祐・田中良和・樽屋啓之・中達雄『既存の農業用パイプラインの信頼性解析事例、水と土No.139』pp37-42 平成16年