

農業水利施設の機能保全の手引き

「パイプライン」

平成28年8月

目 次

第1章	パイプラインの基本事項	1
1. 1	パイプラインの特性を踏まえた取組	1
1. 1. 1	パイプラインの構成要素	1
1. 1. 2	パイプラインシステムの特徴	4
1. 1. 3	管体と継手	6
1. 2	パイプラインの性能管理	8
1. 2. 1	パイプラインの機能と性能	8
1. 2. 2	パイプラインの性能に着目した管理	12
1. 2. 3	健全度指標	15
1. 3	施設の重要度評価	16
1. 4	リスク管理	19
1. 5	耐震診断	22
1. 6	パイプラインのストックマネジメントの流れ	25
第2章	日常管理	26
2. 1	日常管理	26
第3章	機能診断	28
3. 1	基本的事項	28
3. 2	事前調査（既存資料の収集整理等）	31
3. 3	現地踏査（巡回目視）	39
3. 4	現地調査（近接目視と計測）	42
3. 5	性能低下要因の推定	49
3. 6	機能診断評価	50
第4章	機能保全計画	52
4. 1	機能保全計画の策定プロセス	52
4. 1. 1	機能保全方式	52
4. 1. 2	機能保全計画	53
4. 2	性能低下予測（対策実施時期の設定）	56
4. 3	施設のグルーピング	60
4. 4	対策工法の検討	63
4. 5	経済性による対策の検討	64
4. 6	施設監視	67
4. 7	情報の保存・蓄積・活用	75
4. 8	関係機関による情報共有	75
	用語の定義	76
	参考文献	82

第1章 パイプラインの基本事項

1. 1 パイプラインの特性を踏まえた取組

パイプラインの効率的な機能保全に向けて、ストックマネジメントの各プロセスにおいて、パイプライン特有の性質を十分に踏まえた検討を行うことが重要である。

【解説】

- ・ パイプラインは、水理条件、構造条件、立地条件、施工条件等を満足し、その特性が活かせる管体・継手が選定されている。また、構造、材質、口径等の諸元が多岐にわたるため、管種ごとの変状とその要因は様々である。さらに、その多くは地中埋設構造物で、かつ圧力管路による水利システムとして機能を発揮しているため、施設の機能診断は技術的、経済的に直接調査が困難な場合が多い。施設の性能低下は、管体材料の劣化のほか、埋設環境、地上部の土地利用といった外部環境、当初の施工状況、附帯するポンプ運転・バルブ開閉等の人為的操作の影響も大きい。

このため、パイプラインの効率的な機能保全に当たり、ストックマネジメントの各プロセスにおいて、これらのパイプライン特性を十分に踏まえた検討を行うことが重要である。

1. 1. 1 パイプラインの構成要素

パイプラインは管路とその附帯施設によって構成される。

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

【解説】

- ・ パイプラインは既製管を埋設して造成する圧力管路によって農業用水を送配水する水路組織であり、管路とその附帯施設（調整施設、調圧施設、ポンプ施設、分水施設、量水施設、通気施設、保護施設、管理施設、その他関連施設等）から構成される（図 1-1、図 1-2、表 1-1 参照）。
- ・ 附帯施設については、施設を構成する構造・設備の要素に応じて分類を行い、それぞれの特性を考慮した検討を行う。

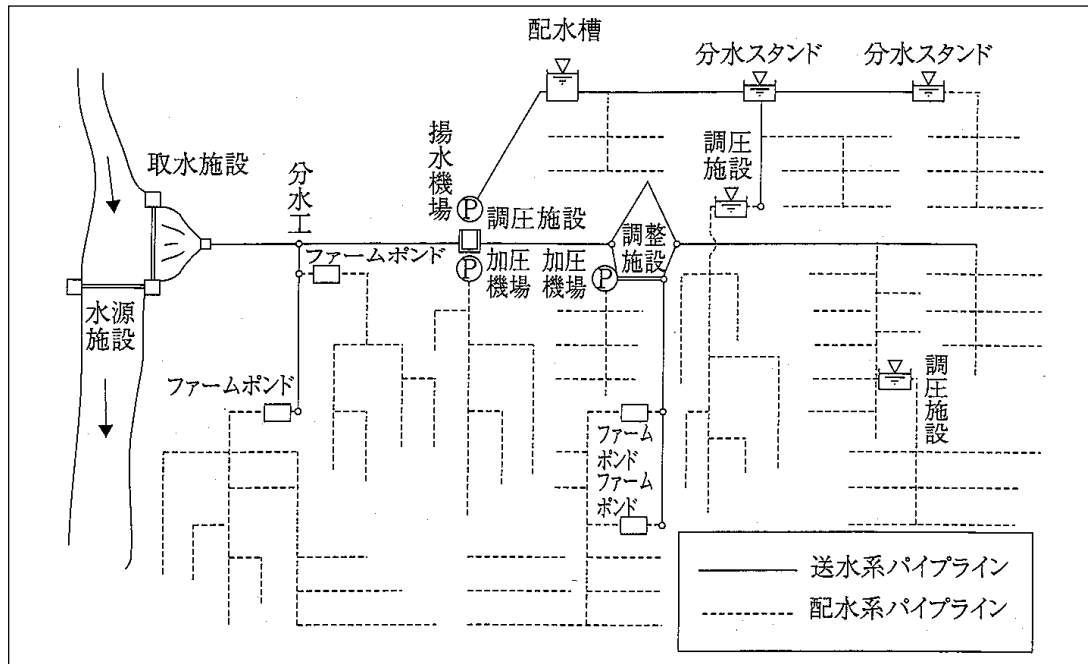


図1-1 パイプラインの概念

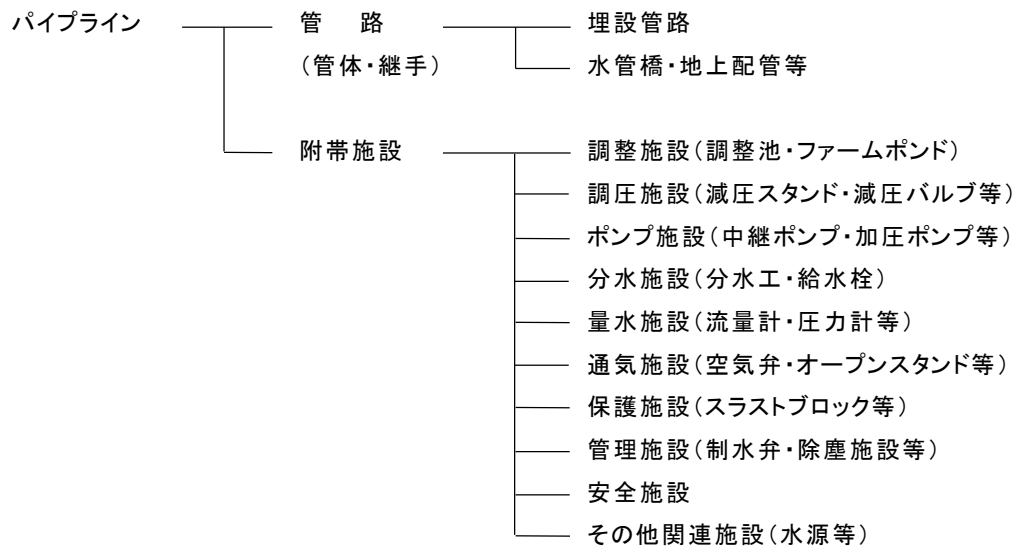


図 1-2 パイプラインの構成要素

表 1-1 パイプラインの構成要素と諸施設

施設名	概 要	具体的な施設（例）
通水施設	パイプラインの主体をなすもので、直管、異形管、継手等からなる送配水管路である。	送配水管路
調整施設	用水の円滑な配分調整、効率的な水利用及び水路の補修、点検時における水の確保を図るため、パイプライン上の目的に応じた位置に設ける施設である。	調整池、ファームポンド等
調圧施設	分土工及び給水栓から各ほ場への給水に必要な水圧、水量を調節する施設と、パイプライン内の余剰圧力を減圧調節する施設の２種類に大別される。	水位調節型調圧施設 減圧型調圧施設
ポンプ施設	水源がかんがい地区より低い場合、自然圧のみでは必要な水圧が得られない場合、ポンプ施設が組み入れられる。	水源ポンプ、中継ポンプ、 加圧ポンプ
分水施設	送水系パイプライン間又は送水系パイプラインから配水系パイプラインへと分水するためのものと、直接かんがいするものがある。前者を分土工、後者を給水栓と呼ぶ。	分土工、給水栓
量水施設	対象地域の適正な配水管理のため設置される量水計及びその他の附帯施設がある。	流量計、水位計、圧力計
通気施設	管内の滞留空気の排除と通水停止時における管内への空気の吸入を目的として設ける。	通気孔、通気スタンド、空気弁、給水栓（兼用）
保護施設	パイプラインに発生する異常な圧力変動等を軽減、排除し、又はパイプラインの安全を保持するため設ける施設である。	水撃圧緩衝装置、安全弁、余水吐、排泥施設等
管理施設	用水の円滑な配分及び諸施設の維持管理を行うための施設である。	除じん施設、制水弁、マンホール、監査ます、水管理施設、管理用道路等
安全施設	水管理者及び第三者の安全を確保するためのものである。	ガードレール、フェンス、手すり、救助ロープ、梯子、階段、標識等
その他 関連施設	その他パイプラインと一体的に機能しなければならない施設。	ダム、頭首工等の水源施設、水源としての河川・湖沼等の種々の関連施設

1. 1. 2 パイプラインシステムの特徴

パイプラインは圧力管路による水利システムとして機能を発揮しているため、各施設の機能診断調査、評価に当たっては、水理ユニットに着目して検討を進める。

【解説】

- パイプラインシステムでは、1地点における水管理操作が、その周辺の他地点及びシステム全体の圧力・流量に影響を及ぼす。このため、機能診断調査、評価に当たっては、圧力、流量、水位（圧力）を境界条件として直接互いに影響を及ぼし合う範囲の施設群である水理ユニットに着目して検討を進めることが望ましい。
- 水理ユニットの境界条件と構成の概念を表 1-2、図 1-3 に示す。水理ユニットの詳細については、土地改良事業計画設計基準・設計「パイプライン」を参照する。

表 1-2 水理ユニットの境界条件

境界区分	内 容
水 位 境 界	水槽等の一定の水位にコントロールされるもの
流 量 境 界	通水施設規模や流量弁等によって流量がコントロールされるもの
水位流量境界	ポンプ、バルブ又はオリフィスのように、水位と流量があらかじめ定まった関数として与えられるもの

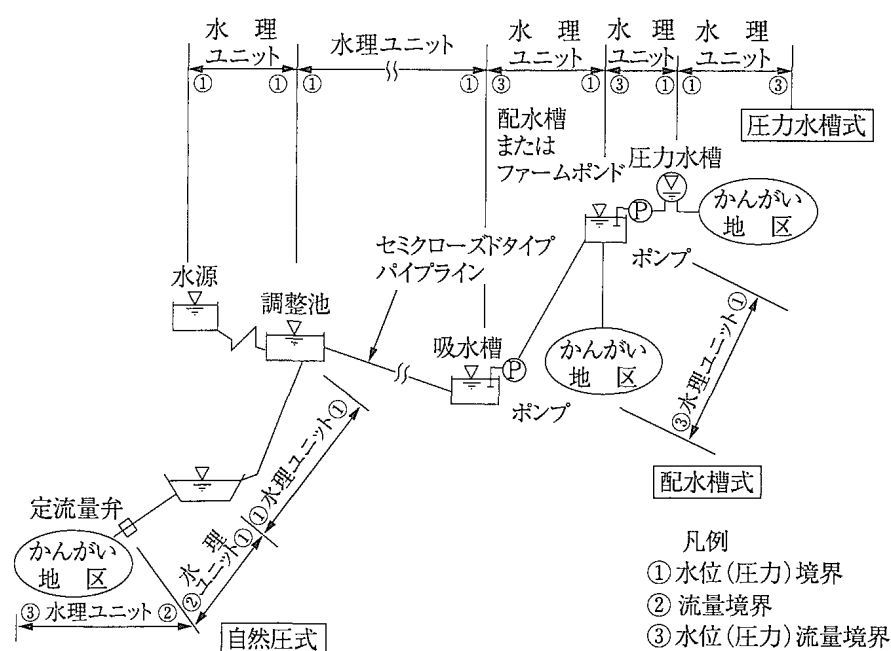


図 1-3 水理ユニットとパイプラインシステム構成の概念

- ・ ポンプの運転状態やバルブの開度等を変化させると、水撃圧又はサージングといった過渡現象が生じる。ポンプやバルブの急激な運転制御を行う水理ユニットでは、過渡現象を起こして管体が破損することも危惧される。このため、機能診断調査に当たっては、水理設計的な観点だけでなく、水管理の運転状況も把握することが重要である。また、パイプラインシステム全体を検討する場合には、水理縦断面図に調圧施設などの附帯施設の諸元を記載した施設概要縦断面図によって確認するとよい。
- ・ また、パイプラインシステムは、水利用の目的から水田かんがい用、畑地かんがい用、併用パイプラインシステムに分類されるため、機能診断調査、評価に当たっては、それぞれの水使用条件を十分に把握し、水利用の目的からみた特性にも留意する必要がある。

1. 1. 3 管体と継手

パイプラインの管体及び継手は、必要な水理条件、構造条件、埋設条件及び使用条件を満足し、その特性が十分活かせるものが選定されている。これらの管種及び継手は多岐にわたるため、それぞれが有する特徴や特有の変状を踏まえて検討する必要がある。

【解説】

(1) 管体の特徴

- ・ 農業用パイプラインで使用実績のある管種（管路資材）の主な用途・特徴と変状を表 1-3 に示す。
- ・ 管路は地中埋設構造物であるため、静水圧や水撃圧の内圧のほかに、土圧や路面荷重等の外圧が同時に作用する。管体の内外圧の荷重に対する安全性は、管のたわみ性による「とう性管」、「不とう性管」の区分に応じて、耐荷力の算定手法等の構造条件が異なることに留意する必要がある。
- ・ また、管体の材質は、「コンクリート系」、「鉄鋼系」、「樹脂系」に大きく区分でき、それぞれの特徴を踏まえて検討する必要がある。

表 1-3 農業用パイプラインの管種の主な用途・特徴と変状

管 種		主な用途・特徴	主な変状
不 と う 性 管	コンクリート管 (RC)	耐久性に優れる。低圧パイプラインに適する。 【口径】150～3000mm	ひび割れ、不同沈下、継手部劣化・ゆるみ
	コア式プレストレストコンクリート管 (PC)	プレストレスを導入したコンクリート管路で耐荷重性に優れる。管体重量が大きい。 【口径】500～3000mm	不同沈下、継手部劣化・ゆるみ、カバーコート劣化、PC 鋼線腐食、管体破損
	石綿セメント管 (ACP)	S40 年代頃から普及したが、石綿繊維の発ガン性により S63 年に規格廃止。 【口径】50～1500mm	不同沈下、継手部劣化・ゆるみ、変形・たわみ、管体（脆化）破損
と う 性 管	鉄鋼系		
	ダクタイル鋳鉄管 (DCIP)	引張強度、延性に富み、耐久性に優れる。内外圧が大きい管路や軟弱地盤に適する。管体重量が大きい。 【口径】75～2600mm	継手部のゆるみ、C/S マクロ腐食、ミクロ腐食
	鋼 管 (SP)	引張強度、靱性、延性に富む。内外圧大きい管路や軟弱地盤に適する。電食に弱い。 【口径】15～3000mm	C/S マクロ腐食、ミクロ腐食、電食、ピンホール漏水、錆こぶ
	樹脂系		
	硬質ポリ塩化ビニル管 (PVC)	耐久性、耐食性、耐電食性に優れる。軽量で取り扱い容易であり、軟弱地盤に適する。寒冷地での衝撃弱い。 【口径】13～700mm	継手部の抜け落ち、亀裂・管体破損
	ポリエチレン管 (PE)	軽量で、耐衝撃性、耐食性、耐電食性に優れる。管路は一体となった可とう性を有す。 【口径】13～300mm	融着不良による漏水
	強化プラスチック複合管 (FRPM)	耐久性、耐食性、耐電食性に優れる。軽量で運搬施工は容易。 【口径】200～3000mm	不同沈下、継手部のゆるみ、変形・たわみ、亀裂・管体破損

(2) 継手の特徴

- 管の継手は、水圧に対して十分な水密性、外力や変位に対して可とう性、伸縮性を必要とする。一般的に用いられる継手の種類・形式を表 1-4 に示す。
- ゴム輪やゴムパッキン等を用いた接合方式による管種では、ゴム材の経年劣化や管体の不同沈下等によって、ゴム輪の圧縮率低下・管の抜け出しによる漏水に注意する必要がある。また、パイプラインの屈曲部、分岐部、バルブ設置箇所、口径変化点等は、スラスト力によって管体の振動、滑動を伴って継手の安全性に影響を及ぼす場合がある。
- こうした箇所や近傍部位で継手の変状が見られる場合には、出来形管割図における管体、継手の管割や伸縮継手、離脱防止継手といった継手種別の設定条件を確認する必要がある。

表 1-4 継手の種類と形式

区 分	種 類	形 式 な ど
固 定 継 手	フ ラ ン ジ 継 手	本管の両側にフランジとゴムパッキングを挿入してボルトで接合する形。
	メ カ ニ カ ル 継 手	本管同士を、ゴムパッキングを用いて水密性、リング等を用いて管の抜け出し阻止力を持たせる形。
	溶 接 継 手	溶接により本管を接合する形。
	溶 着 継 手	本管と接合管を高温加熱し溶かした後、溶解状態のまま接合する形。
	電 気 融 着 継 手	プラスチック製の継手自体に電熱線などの発熱体を組み込み、外部装置により通電、融着接合する形。本管同士、一方を受け口とし本管と接続などがある。
	接 着 継 手	ソケット管に接着剤を用いて接合する形。
可 とう 性 継 手	ソ ケ ッ ト 継 手	本管の一方を受口とし、他方を差口とした管で、ゴム輪を用いて水密性、可とう性の機能を有す。
	カ ラ ー 継 手	本管同士をカラー加工材で接続するもので、ゴム輪等により水密性、可とう性の機能を有す。
	メ カ ニ カ ル 継 手	本管の一方をフランジの付いたソケット管とし、他方を差口とした管で、ゴム輪を用い、さらにゴム輪の離脱等を防ぐためボルト締めをする形。
特 殊 継 手	ベ ロ ー ズ 形	特殊継手にはベローズ形（金属ベローズ、ゴムベローズ）及び摺動形がある。使用場所等において伸縮継手、可とう継手とに区分される。
	摺 動 形	

1. 2 パイプラインの性能管理

1. 2. 1 パイプラインの機能と性能

パイプラインは、農業用水を送・配水する目的を果たす機能を有し、これらの機能は水利用機能、水理機能、構造機能に分類される。また、これらの機能のほか、農業水利施設全般に求められる安全性・信頼性といった社会的機能がある。

パイプラインの性能は、これら機能の発揮能力であり、漏水の有無、流量、たわみ量などといった複数の性能指標で表すことができる。

【解説】

- ・ パイプラインの機能とは、必要な農業用水を送・配水するという用水施設が本来果たす役割であり、これらは水利用機能、水理機能、構造機能等に分類される。
- ・ 農業水利施設の目的は、水利用機能の発揮であり、水理機能、構造機能は、水利用機能の発揮を支える関係にある。また、これらの機能のほかに自然災害や事故等におけるリスクなどに対する安全性・信頼性や経済性といった社会的機能がある(図 1-4)。これらの機能を発揮する能力が性能であり、指標として具体的な数値等で表すことができる。

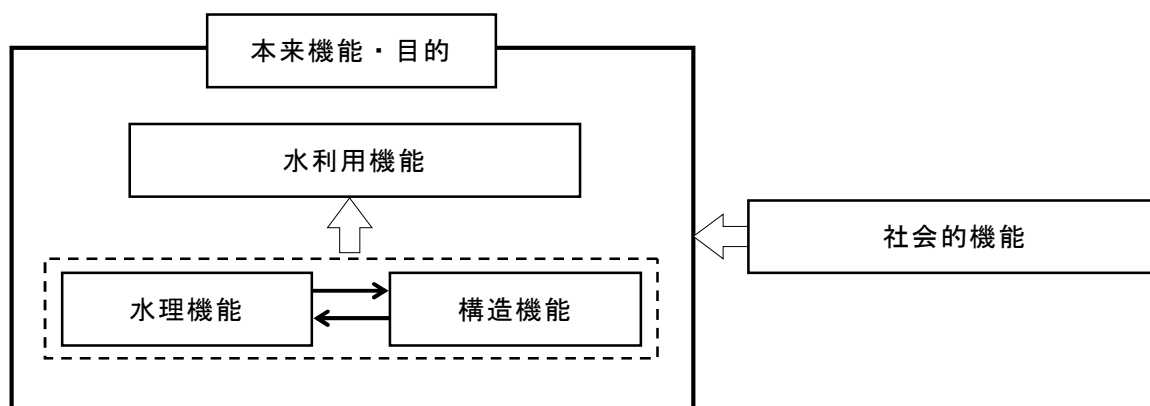


図 1-4 基本的機能のイメージ

- ・ 本来的な機能に関する性能は、漏水、流下能力やたわみ、鋼材腐食等の管路の物理的状態として具体的に表すことができる。社会的機能に関する性能項目は、漏水・破壊事故の発生による第三者被害への社会的影響から、安全性やシステムとしての信頼性、及び維持管理、補修費等の経済性がある。

- ・ パイプラインの機能と性能及び指標の例を表 1-5 に示す。

表 1-5 パイプラインの機能及び指標の種類

機 能			性 能 の 例	指 標 の 例
本 来 的 機 能	1) 水利用機能	水利用に対する性能 (水利用性能)	送配水性 配水弾力性 保守管理・保全性	送配水効率(送配水量、漏水量)、自由度、調整容量、保守管理頻度(費用)、容易性
	2) 水理機能	水理に対する性能 (水理性能)	通水性 水理学的安全性 分水制御性	通水量、漏水量、流速係数(C)、水撃圧、水撃圧の安全率(経験則との比)、分土工水位の維持状況
	3) 構造機能	構造に対する性能 (構造性能)	力学的安全性(耐荷性) 耐久性 安定性	管体のひび割れ幅、たわみ量(変形)、騒音(db)、振動(Hz)、腐食、錆、継手間隔、蛇行、沈下
社会的機能			安全性・信頼性 経済性	漏水・破損事故歴(率・件数)、補修歴、耐震性、建設費、維持管理経費

【参考】水路システムの機能

「農業水利のための水路システム工学—送配水システムの水理と水利用機能—」(中達雄、樽屋啓之)では、水路システムの機能について以下のとおり整理されている。

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

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

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

表 1-6 水路システム（用水）の機能の記述案

区分	具体的記述案	内容
目的	管理者が水源から目的地まで、所定の水量と水頭を維持して、用水を送水・配水することにより、水源から離れた所に位置する圃場、分水口又は、使用者に必要な用水を適時供給する。（本来機能：水利用）	構造物に要求される性能内のある特定のもの（例えば構造機能）についての社会的最終目標を、一般的な言葉で表現したもの。
機能規定	(1) 水利用機能 水源から分水口又は、圃場まで適時、適量の用水を無効放流することなく効率的、公平かつ均等に送水・配水する。（狭義の環境性を含む） (2) 水理機能 用水を安全に流送、配分、貯留する。 (3) 構造機能 (1)、(2)の機能を実体化するための水利構造物の形態を保持する。 (4) 社会的機能 ①安全性・信頼性 定められた期間中に一定条件の使用環境のもとで、その機能を正常に果たす。 ②広義の環境性（多面的機能等） ③経済性	目的が満たされるために構造物が供給する機能を一般的な用語で説明する。

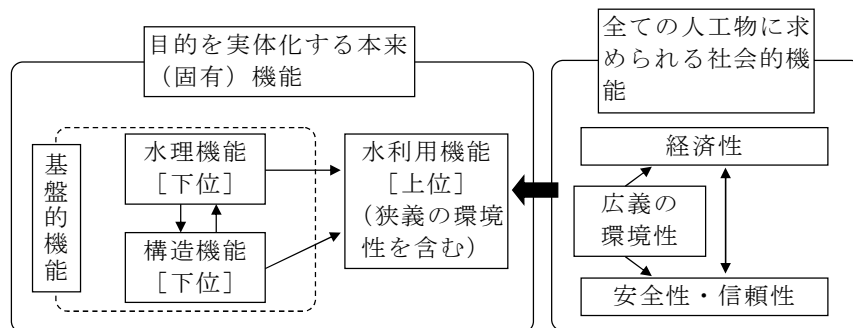


図 1-5 水路システム（用水）の基本的機能の構造化案

出典：農業水利のための水路システム工学-送配水システムの水理と水利用機能-中達雄、樽屋啓之
（平成 27 年 8 月 20 日），P. 36, 37 に加筆

【参考】水利用機能、水理機能の診断について

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

水利システムの水利用性能、水理性能の診断は、構造性能の機能診断手順と大きく変わることなく実施でき、①資料収集や施設管理者からの聴き取りによる事前調査、②巡回目視により概況の把握を行う現地踏査、③近接目視、計測、試験等により定量的な調査を行う現地調査、の3段階で実施することが基本となる（図 1-6）。ただし、機能診断の実施時期については、水利用性能・水理性能の調査・機能診断は主に通水時に実施する一方、構造性能の調査・機能診断は主に断水時に実施することになる。

なお、水利用性能・水理性能の確認を行う場合は、個々の施設の性能だけでなく、水利システム全体として捉えつつ、通常の健全度評価のプロセスと併せて進めていく必要がある。その上で、水利用性能・水理性能の調査結果より水理設計を見直し、施設の構造的な対策工法の検討等に反映させる。

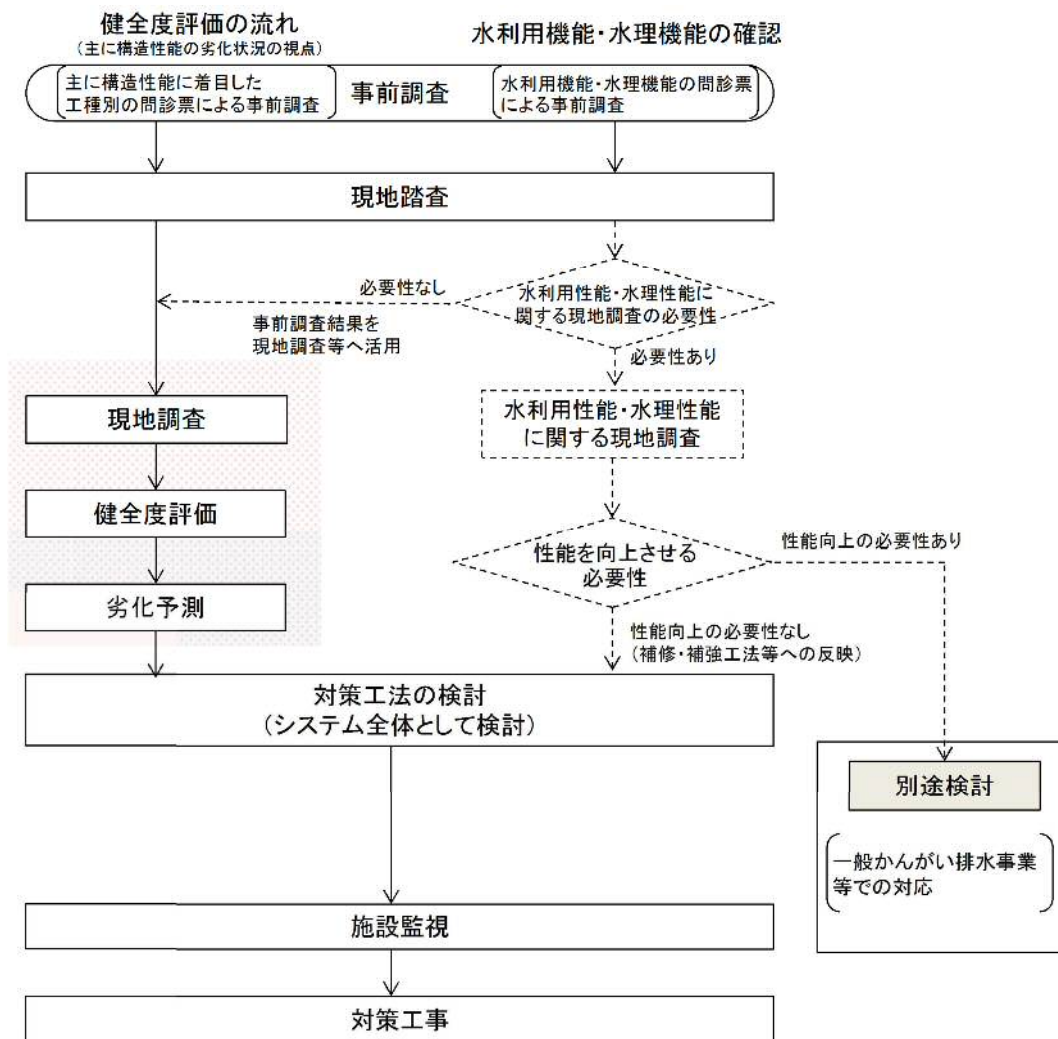


図 1-6 水利用機能・水理機能の確認フローの例

1. 2. 2 パイプラインの性能に着目した管理

パイプラインの性能管理は、外形的な構造状態だけでなく、水利用機能、水理機能に関する指標に着目することが重要である

【解説】

(1) パイプラインの性能管理

- ・ パイプラインは地中埋設構造物であることや、口径による診断調査の作業環境の制約等から、構造機能に着目した管体の直接調査は、技術的、経済的に困難な場合が多い。また、圧力管路による水利システムとして機能を発揮しているため、施設に生じた変状の程度がある^{しきい} 閾値を超えると急速に性能低下が進展し水利システム全体の機能の喪失（事故）に至る特性をもつ（図 1-7）。

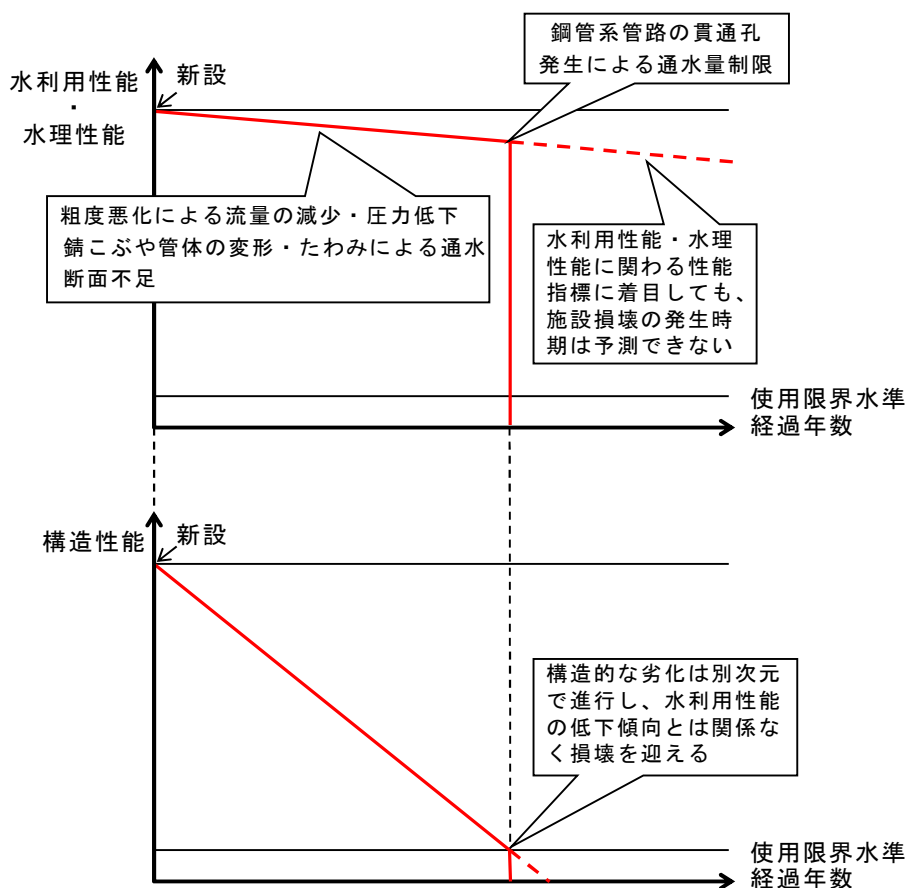


図 1-7 構造機能と水利用機能の関係

(2) 性能低下要因と変状の現象

- パイプラインの性能低下は、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、一般的に、図 1-8 に示すような性能低下の原因と変状の現象・状態との関係をもつ。また、一般的なパイプラインの変状の特徴を表 1-7 に示す。

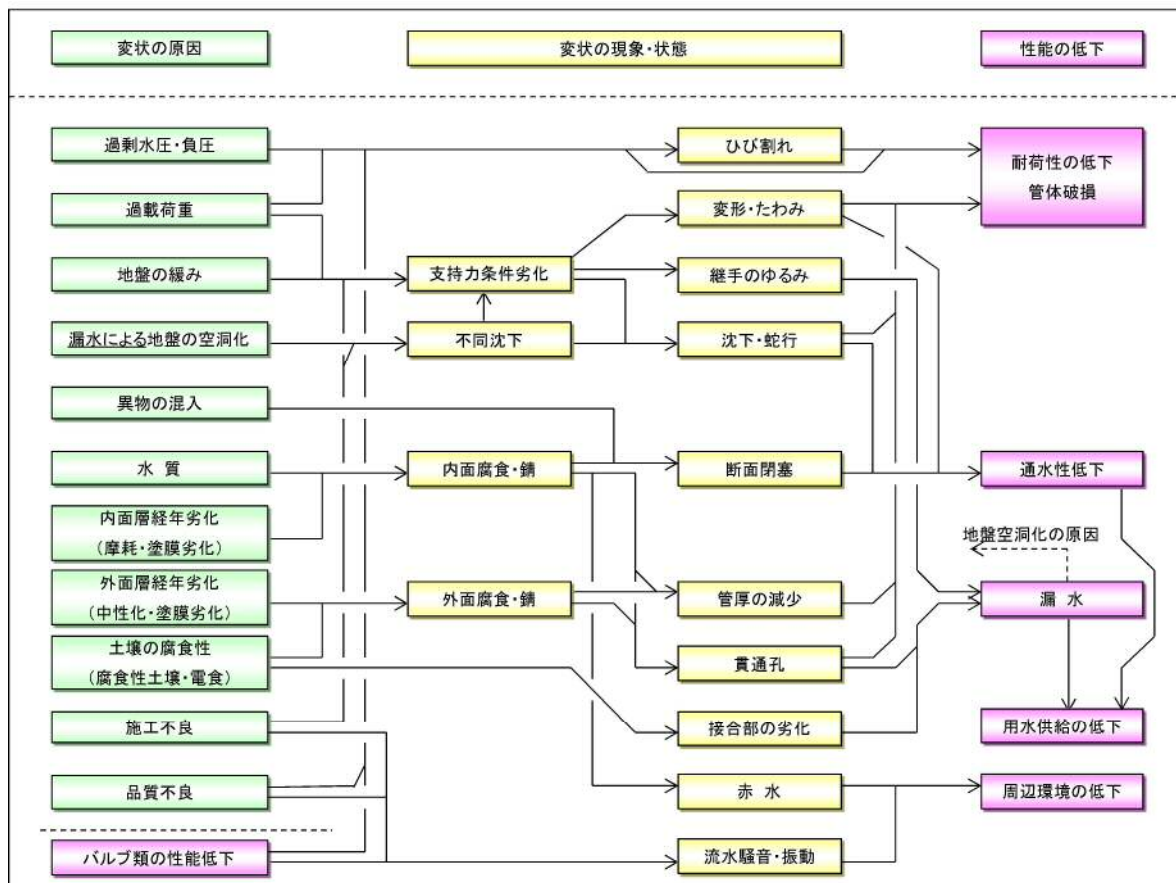


図 1-8 一般的なパイプラインの性能低下とその原因

- パイプラインの変状の要因は、立地(埋設)条件及び配管設計条件によって異なり、要因の推定に当たっては、変状の現象・状態の多くが複数の原因からなることに注意をする必要がある。管体の性能低下メカニズムは、管種別に大きく異なることから、管の構造材質の区分（コンクリート系、鉄鋼系、樹脂系）に応じて整理するとよい。また、パイプラインは管路と附帯施設の機能が一つのシステムとして有機的に結合していることから、附帯施設の変状や分水バルブ等の機器の現場における操作管理の実態によっては、管路の性能低下の原因となる場合があることにも留意する。

表 1-7 パイプラインの変状の特徴

変状の種類		変状の原因、内容	影響
水利用・水理性能に係る変状	漏水	漏水は以下のような要因により発生する。 ・管体亀裂、破損、腐食孔。 ・継手部（接合部）の緩みや劣化。特に不同沈下箇所や分岐管、弁類接合部は弱点になりやすい。また、継手タイプが古いもの、例えばゴム輪を使わないタイプは漏水を起こしやすいので、どのような継手を使用しているか事前に把握しておくとうい。	用水が無効に流失する。 漏水箇所の地盤が緩み、管路の耐久性、耐荷性の低下を促進させるおそれがある。
	通水性能の低下	錆こぶや管体の変形・たわみ等により通水断面不足や粗度低下等が生じ、通水性能が低下する。 現象としては通水量の低下、水圧の低下などとして現れる。 なお、土砂やごみ、藻類などの異物の混入、あるいは水理システム上の問題（空気連行等）による通水性能の低下も多いので、管路の性能低下を原因としたものと区別する必要がある。	通水性能はパイプラインの基本的な要求性能であり、これが大きく阻害された場合、受益者に与える影響は大きいので、日常的に通水性能の異常の有無の把握に努める必要がある。
構造性能に係る変状	管体破損	管路の支持条件の変化や腐食による管強度の低下から、周方向の管路折れや軸方向割れにより、管体が破損する。 高水圧が加わる管路では、さらにその危険性が増大する。	管路の破損規模が大きい場合、周辺地盤の陥没や崩壊による二次災害を引き起こす危険性がある。
	ひび割れ	過剰水圧や自動車荷重、あるいは不同沈下などによる荷重の集中化等を原因として管体にひび割れが発生する。 ひび割れの方向（縦断方向、横断方向）によって、管体に加わる荷重の分布状態を類推することが必要である。なお、コンクリート管では、鉄筋コンクリート構造物と同様に、中性化や塩害といった劣化によってもひび割れが発生する。	漏水や管体破損を誘引する。
	変形・たわみ	管体の支持条件の変化（地下水や漏水による砂基礎の流失、埋設土の空洞化等）や自動車荷重等の上載荷重の増大等によって変形、たわみを生じる。	通水性能の低下やひび割れ、管体破損の原因になる。
	継手部・接合部の変状	不同沈下や支持力不足により継手部に偏圧が加わる場合に継手の緩みが発生する。施工不良による継手の緩みもある。 腐食性土壌に埋設されている場合、ゴム輪がバクテリアに侵食され、高水圧に継手性能が追従できない場合に継手部・接合部の変状が生じる。	漏水の原因となる。ゆるみの状態がひどい場合は、管の抜け出しにより二次災害の危険性もある。
	沈下・蛇行	不同沈下や地盤の緩み、地震により管路の沈下・蛇行が生じる。	通水性能の低下、管体強度の低下の原因になる
	管内面腐食	腐食性の用水が通水されている場合に内面の腐食が発生する。また、内面塗膜が流水摩耗等によって経年劣化した場合も内面腐食を起こしやすい。	通水性能の低下、錆こぶ、貫通孔などを発生させる。 管厚が減少し、耐荷性が低下する。
	管外面腐食	埋設管の地下水質や土壌の腐食性によって外面腐食が発生する（P C管のカバーコートモルタル等の腐食）。	管厚の減少により耐荷性が低下する。

1. 2. 3 健全度指標

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

【解説】

- ・ 施設機能の状態を把握する代表指標として、主に構造的な性能に影響する対象施設の変状等を指標化した「健全度指標」を用いる。
- ・ パイプラインの場合、診断可能な範囲で「水理性能に関する視点」、「構造的な性能に関する視点」を総合的に評価し健全度指標を決定する。

表 1-8 健全度指標と施設の状態

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

1. 3 施設の重要度評価

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

【解説】

- ・ 重要度評価は、農業面では農業への影響度や復旧の難易度（費用、期間）を、農業以外の面では住宅地、公共機関等の周辺施設の立地条件から、事故が起こった場合の被害等を踏まえて評価することができる。
- ・ なお、重要度は、土地改良事業計画設計基準・設計「パイプライン」や土地改良事業設計指針「耐震設計」に示されている区分を基本としつつ、当該施設における重要度評価の目的や施設が置かれた状況等を総合的に勘案した上で、施設管理者と協議の上定める。
- ・ 施設の重要度評価に当たっては、図 3-2 に示すような水利システム図を活用するなどし、対象施設が水利システム全体でどのような機能を発揮しているかに留意する必要がある。
- ・ 農業面における施設の重要度評価については、パイプラインが農業用水を流送する目的を果たす施設であることから、施設規模、地区内水源の有無や水利システムの目的（水田、畑地といった水利用の目的や、分水・流量制御設備による流量の変化）など農業面への影響度や、復旧の難易度（宅地などの隣接部で復旧工事における制約条件が多い場合、埋設深が深く大掛かりな仮設工事が必要となる場合、大規模な用水の仮廻しが必要な場合等）、代替策の有無及びその難易度といった要素を考慮して評価する。
- ・ また、農業以外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重要度が高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、第三者被害等への影響が大きいもの
 - ② 地域防災計画によって避難路に指定されている道路に隣接するなど、避難・救護活動への影響が大きいもの
 - ③ 地域の経済活動や生活機能への影響が大きいもの
- ・ 重要度の設定例を示し、重要度評価の方法を例示する。

〔影響度区分の評価基準〕

ここでは、農業面における影響度や復旧の難易度、農業以外の面における立地条件に伴う事故発生時の社会的被害について、表 1-9 に評価基準の例を示す。

表 1-9 影響度区分の評価イメージ

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

〔重要度の総合評価の判定基準の例〕

農業面と農業以外の面（施設周辺環境等）に与える影響をもとに、表 1-10 に示す判定基準を踏まえ施設の重要度を総合評価する。路線に施設の重要度を設定したものを図 1-9 に示す。

表 1-10 重要度の総合評価判定イメージ

		農業面 (農業への影響度、 復旧の難易度)		
		I	II	III
農業以外の面 (社会的被害、 立地条件)	I	A	A	A
	II	A	B	B
	III	A	B	C

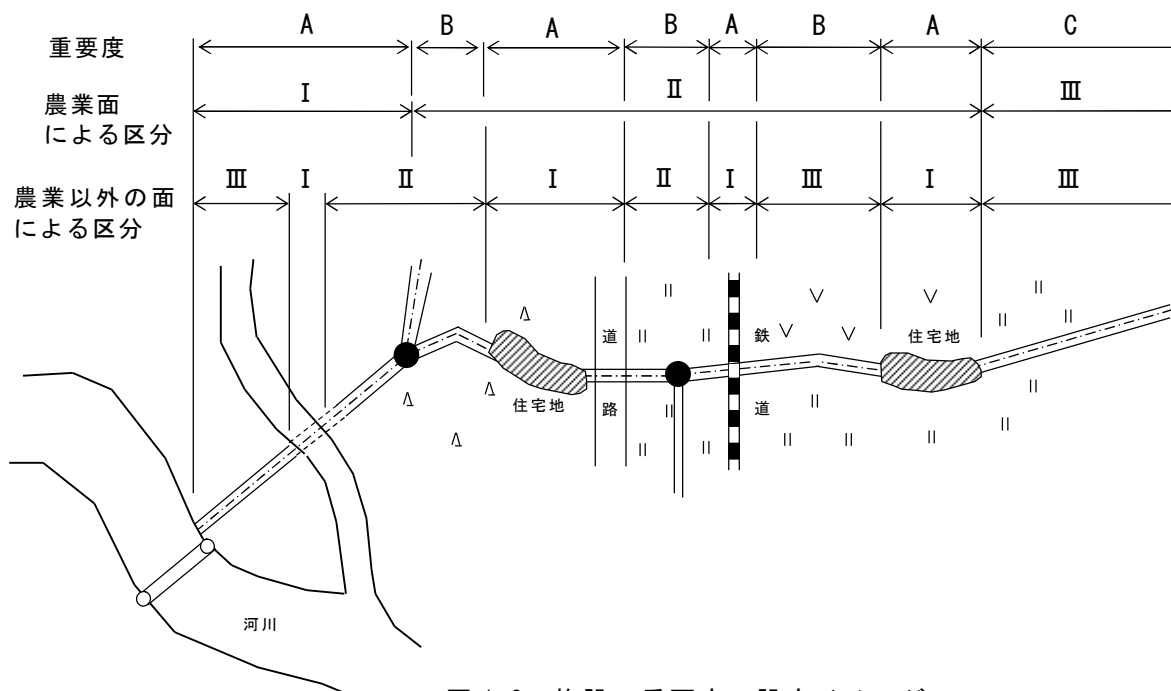


図 1-9 施設の重要度の設定イメージ

【参考】パイプラインの耐震設計における重要度

重要度区分は、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」に示されている区分（表 1-11）を参考としつつ、当該施設における重要度評価の目的や施設が置かれた状況等を総合的に勘案した上で、個別に定める。

表 1-11 パイプラインの重要度区分

区 分	項 目	判断する上での参考指標
重要度区分 A 種	①～③のいずれかに該当する施設 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および経済活動・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・上工水等)として、流量 5m ³ /s 以上、管径でφ2000 (V=1.5～2.0m/s 程度を想定)以上 ¹⁾ 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
重要度区分 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
重要度区分 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)

- 1) 水田用水における流量 5m³/s 以上、管径でφ2000 (V=1.5～2.0m/s 程度を想定) 以上は、一つの例示として示しているものであることから、地区の状況に応じて勘案する。
- 2) 上記内容は、土地改良事業計画設計基準・基準「パイプライン」に準じている。

出典：土地改良事業設計指針「耐震設計」（平成 27 年 5 月），P. 42

1. 4 リスク管理

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

【解説】

(1) 基本的考え方

- ・ パイプラインのリスクとしては、劣化や偶発的な外力（設計・施工条件で想定していない外力）、周辺環境の影響などの要因により施設の損壊などの事象が発生し、農業面では本来機能（水利用機能等の施設機能や営農活動等）に与える影響、農業以外の面では第三者被害や地域の経済活動への影響などが想定される。
- ・ パイプラインにおいて想定される具体的な事象としては、地盤沈下等による管路の蛇行・沈下のほか、周辺環境の影響として地上部の利用形態の変化を起因とした埋設管の破損、漏水などがある。
- ・ 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、そのリスクを施設造成者、施設管理者双方の視点で分析・評価し、施設監視、機能保全対策の実施等の手段によってリスク対応を図ることが基本となる。

【参考】パイプラインの事故発生数と事故原因

平成 5 年度から平成 26 年度までの事故報告事例をみると、農業水利施設全体の事故件数 10,816 件のうち、パイプラインの事故件数は 6,739 件と全体の約 6 割程度を占めている。

事故原因は、「気象」、「地震」等自然災害と、「継手ゴム劣化・腐食」、「疲労」、「老朽化」、「電食」等の施設劣化となっている。

(2) 管理水準での考慮

- ・ リスクを効率的に抑制する観点から、パイプラインの重要度評価等を踏まえた潜在的リスクの大きさを考慮した上で、施設管理者や関係機関等の意向も踏まえ、管理水準を適切に設定する。
- ・ 性能指標による管理水準を設定する場合、施設の重要度評価等を踏まえた潜在的リスクの大きさを考慮して、管理水準をそれよりも上げる対応が考えられる。

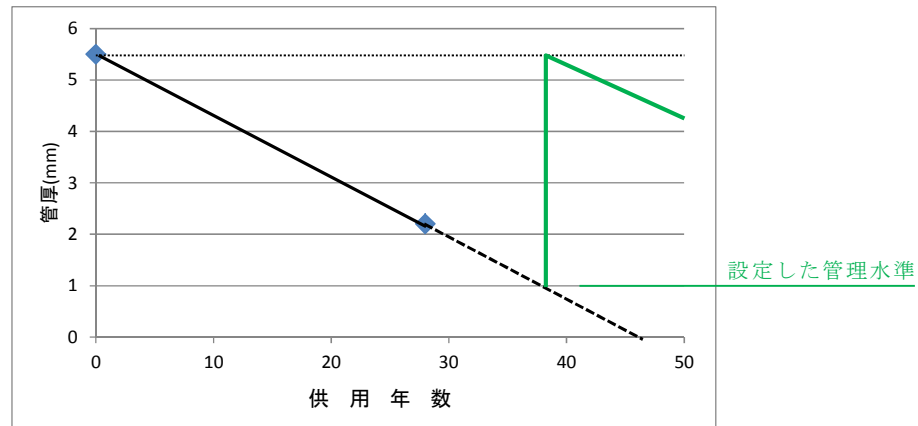


図 1-10 鉄鋼系管路の管厚による管理水準の設定を行う場合の例

(3) リスクコミュニケーション

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

(4) 緊急事態における対応の検討

- ・ 施設造成者、施設管理者等は、施設の損壊等が発生した場合の影響を極力抑制することができるよう、施設が保有するリスクが顕在化した場合を想定して、対応手順の策定及び準備を行い、被害の低減を図るための備えをとることが重要である。
- ・ 漏水・破損事故が発生した場合には、施設管理者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。なお、特に重要な施設においてこれらの事態が起きた際、その対応を円滑に進めるためのハザードマップや対処マニュアルなどを事前に用意し、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。
- ・ 事故の発生要因を調査することにより、類似の事故防止のための知見が得られるばかりでなく、材料や使用環境条件に応じた劣化メカニズムの解明や今後の性能低下予測等の技術高度化も図ることが可能である。このため、施設管理者は、施設造成者へ通報するとともに、調査の可否や、実施する場合の内容などについて、協議することが求められる。

(5) 関係者間での情報共有と対策実施の役割分担

- ・ 機能保全対策を検討・実施しようとする場合は、施設造成者、施設管理者等の関係者間で情報を共有するとともに、適切な役割分担の下に合意形成を図ることが必要である。
- ・ 適切な合意形成を図るため共有すべき情報としては、機能診断や施設監視の結果として得られる施設の劣化状態、それに応じた機能保全対策が基本となるが、パイプラインは線的構造物であり、延長が長いことから、施設の重要度や周辺環境から施設が保有するリスクを評価し、リスクが大きい施設（重要度の高い施設）で事故が発生した場合にどのような影響があり得るのか等、リスクに関する情報も含めて極力具体的に説明し、共通の理解を醸成していくリスクコミュニケーションが重要である。
- ・ また、パイプラインは、地中埋設構造物であり、口径や通年通水等の制約条件により目視での日常点検や施設監視が困難な場合が多い。このため、地上部の土地利用状況の変化や突発事故の発生状況等について情報を共有しておくことも重要である。

1. 5 耐震診断

パイプラインについては、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」において示されている事項に留意して、施設の重要度や地域の実情に応じた耐震診断の推進に努める。

【解説】

(1) 基本的考え方

- ・ パイプラインの耐震診断は、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本来の機能に与える影響等を総合的に勘案して、人命・財産やライフラインへの影響が大きいなど、特に重要度が高く、耐震診断が必要と判断された施設について行うものである。

※耐震診断及び耐震化対策を行う際、準拠する基準等

土地改良事業計画設計基準・設計「パイプライン」（平成 21 年 3 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（平成 21 年）

(2) 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、安全性を勘案し、3 段階の性能が設定されている。地震動と重要度の組み合わせに対し、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 1-12 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「1.3 施設の重要度評価」に示すとおりである。

表 1-12 パイプラインの重要度区分と地震動レベル及び耐震性能

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

出典：土地改良事業設計指針「耐震設計」（平成27年5月），P. 45

(3) 耐震診断の手順

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

① 一次診断

- ・ 一次診断は、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。

② 二次診断

- ・ 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、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。
- ・ 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。そのため、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必要がある。

表 1-13 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		
	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
耐震計算法	応答変位法	応答変位法	応答変位法
照査方法	応答変位法	応答変位法	応答変位法

出典：土地改良事業設計指針「耐震設計」（平成 27 年 5 月），P.236

以下に、パイプラインにおける耐震診断のフローを示す。

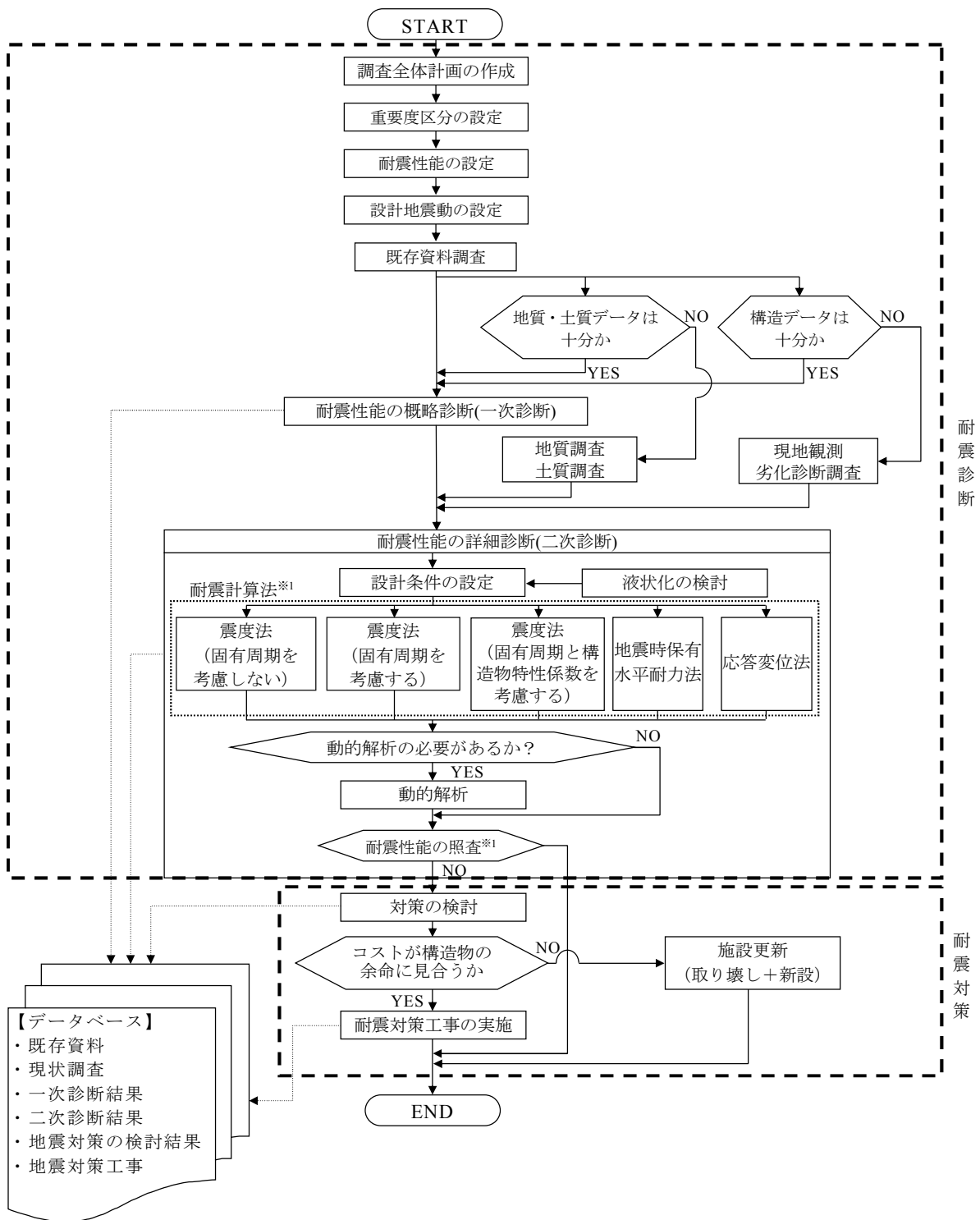


図 1-11 既設構造物の耐震診断のフロー

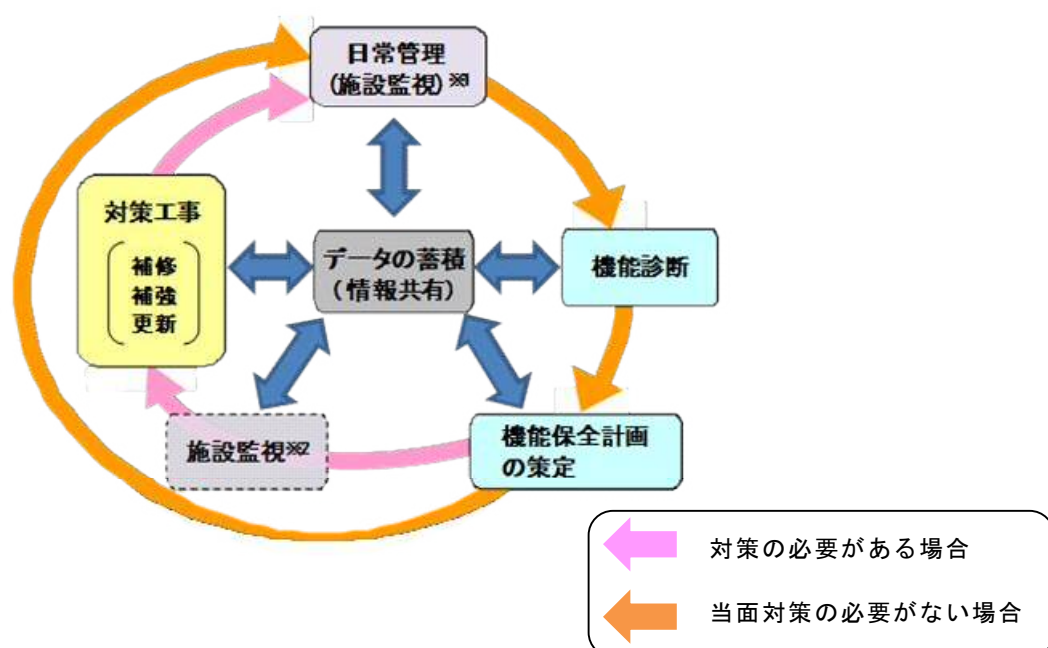
出典：土地改良事業設計指針「耐震設計」（平成 27 年 5 月），P. 273

1. 6 パイプラインのストックマネジメントの流れ

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

【解説】

- ・ スtockマネジメントのサイクルは、施設管理者等による日常管理（継続的な施設監視を含む）、施設造成者等が定期的に行う機能診断、診断結果に基づく性能低下予測、効率的な対策工法の比較検討、これらを取りまとめた機能保全計画の策定、施設監視計画等に基づく施設監視（施設管理者は通常「日常管理」の一環として行う）及び機能保全計画並びに施設監視結果を踏まえた適時・適切な対策工事の実施の各取組について、関係者が連携・情報共有を図りつつ継続的に実施するプロセスによって構成されている。
- ・ このプロセスの中で、例えば、施設の重要度評価を踏まえた機能保全計画の策定と対策の実施など、リスク管理の視点を取り入れていくことが求められる。この際、電子化されたデータベースに機能診断調査結果や対策工事の実施内容などのデータを蓄積し、機能診断精度向上のための集計・分析への反映や、ストックマネジメントの各段階の取組で活用を図る。
- ・ このストックマネジメントのサイクルを図で示すと図 1-12 のとおりとなる。



※1 日常管理の一環として継続的に行う施設監視（結果は機能診断・機能保全計画策定等に活用）

※2 機能保全計画の精度を高め、適期に対策工事を実施するために継続的に行う施設監視

図 1-12 スtockマネジメントのサイクル

第2章 日常管理

2. 1 日常管理

施設管理者は、日常管理（施設監視を含む）を通じて常に施設を良好な状態に保つことを心がけなければならない。その際、通水記録、事故、点検、整備等の履歴を適切に整理し、保存する必要がある。また、機能診断の結果、留意すべき事項が示された場合はこれを踏まえて適切に対応する。

【解説】

- ・ パイプラインの日常管理においては、通常時の状況と異なる現象が生じていないかを常に意識しつつ、点検に臨む必要がある。

なお、点検はかんがい期と非かんがい期に行うことが望ましい。具体的には、

- ① 圧力や流量の不足
- ② 流量・圧力制御上の支障
- ③ 本来機能に影響のある構造物の崩壊
- ④ 露出配管の亀裂・変形
- ⑤ 地盤の陥没、崩壊、漏水痕跡
- ⑥ 附帯施設の変状
- ⑦ 異常な騒音・振動等
- ⑧ 必要な水位の不足

等に留意する。

表 2-1 に、パイプラインにおける日常点検票の例を示す。

表 2-1 パイプラインの日常点検票の例

施設名		〔住所〕	
点検日時		〔前回〕	
点検者		施設情報	
構造・規模		重要度:	
		健全度:	
		S-5 S-4 S-3 S-2 S-1	
		箇所 箇所 箇所 箇所 箇所	

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	流量の不足	☐ 有 ☐ 無		
		その他の異常	☐ 有 ☐ 無		
		末端給水	末端用水量の不足	☐ 有 ☐ 無	
			その他の異常	☐ 有 ☐ 無	
		水管理	流量・圧力制御上支障が生じている	☐ 有 ☐ 無	
			その他の異常	☐ 有 ☐ 無	
	管路本体	露出配管	亀裂、変形	☐ 有 ☐ 無	
			外観上の異常(塗膜の剥げ落ち、腐食、錆等)	☐ 有 ☐ 無	
			サイフォン部の異常(河床低下、サイフォン露出)	☐ 有 ☐ 無	
		周辺状況	地盤の陥没、崩壊、漏水痕跡	☐ 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	
			荷重条件の変更	☐ 有 ☐ 無	
			施設周辺の改変状況等	☐ 有 ☐ 無	
			その他の異常	☐ 有 ☐ 無	
			バルブ類	正常に機能しない(全閉しない等)	☐ 有 ☐ 無
		漏水		☐ 有 ☐ 無	
		操作性の低下		☐ 有 ☐ 無	
	周辺地盤の陥没、崩壊、漏水痕跡等	☐ 有 ☐ 無			
	発錆等の外面塗膜の変状	☐ 有 ☐ 無			
弁体作動と開度計の指示の不整合	☐ 有 ☐ 無				
計器類の指示状況の異常、よごれ	☐ 有 ☐ 無				
分・配水槽、調圧水槽	水位の変動が激しく水槽から溢水	☐ 有 ☐ 無			
	水位が脈動して安定せず水位制御が困難	☐ 有 ☐ 無			
	水位の安定性の低下	☐ 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		

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3章 機能診断

3. 1 基本的事項

機能診断調査の目的は、対象施設の機能の状態、劣化状況等を把握するとともに、その要因を特定することである。この目的を達成するために、最適な調査内容となるように検討することが重要である。

【解説】

(1) 機能診断調査の基本的な考え方

- 機能診断調査は、対象となる農業水利施設の機能全般について把握するとともに、性能低下予測や劣化要因の特定及び対策工法の検討に必要な事項について調査を行うものである。

機能診断調査においては、その調査の目的を明確にした上で、目的の達成に必要な成果を得るためにはどのような調査手法が効率的であるかなどの観点から、調査内容等を検討する。

調査の結果により判定できる機能保全コストの縮減やリスクの軽減といった効果と、調査に要する費用等が見合うものであるか、との視点での検討も必要である。

- また、機能診断調査によって得た診断情報は、電子化されたデータベースに一元的に蓄積するとともに、次の段階の調査に当たっては、これらを参照して施設の状態を把握するための基礎情報として活用を図る。
- なお、農業水利施設の構造性能の低下は、漏水の発生、粗度係数の低下、有効断面の減少等による通水性能の低下など、水利用性能及び水理性能の低下としてマクロ的に顕在化することも多い。水利システムを俯瞰した問診等により水利用性能及び水理性能を把握しておくことは、後の対策工法の検討等のプロセスの効率的な実施につながる重要なものである。

（２）機能診断調査の手順

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

１）事前調査

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

２）現地踏査

- ・ 現地踏査では、専門的な知見を有する技術者が巡回目視により対象施設を調査することにより、埋設管の地上状況確認、露出配管（水管橋）・付帯施設（通気施設・保護施設・調整施設等）の外観調査等を行うとともに、劣化要因の推定を行う。これらを踏まえ、現地調査の単位、定量的な調査項目等を決定しつつ、安全対策の必要性の有無など、現地調査の具体的な実施方法を検討する。

３）現地調査

- ・ 現地調査は、事前調査・現地踏査で得られた情報、施設の重要度や経過年数等を踏まえ、適切な調査範囲において実施するもので、施設の性能低下状態やその要因について定量的な調査を行う。
- ・ 埋設されたパイプライン等の農業水利施設の調査については、漏水試験、水圧調査、流量調査等を地上から間接的に実施する定量調査（間接的定量調査）のほか、近接目視、計測、試験等を管内等から直接的に実施する定量調査（直接的定量調査）を必要に応じて組み合わせて行う。

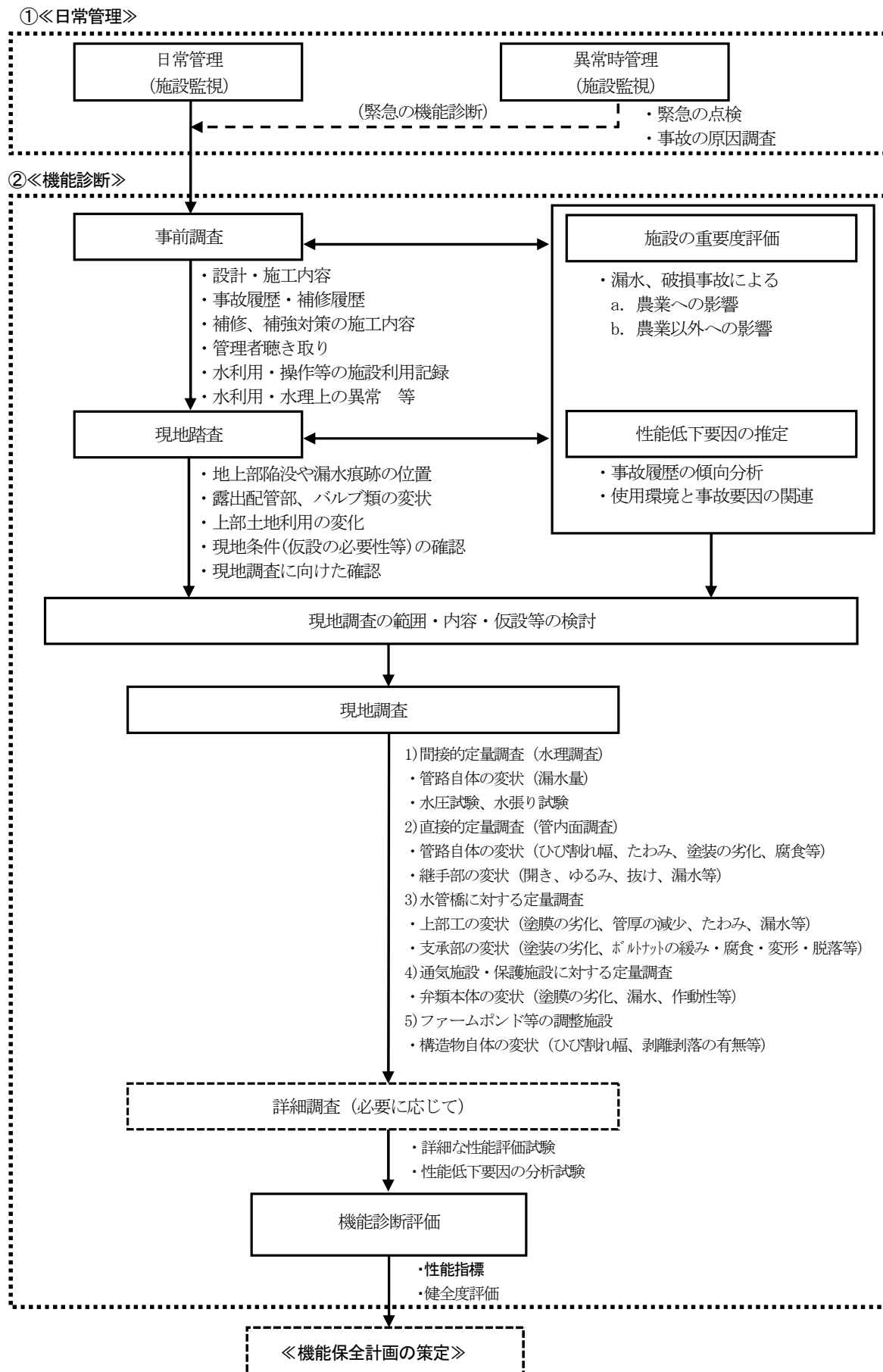


図 3-1 機能診断調査の実施フロー

3. 2 事前調査（既存資料の収集整理等）

事前調査では、施設の設計諸元、図面、過去の診断履歴、事故・補修履歴、地域特性に関する既存資料を収集・整理し、施設管理者からの聴き取り等を行い、現地踏査・現地調査の実施方法を検討する。

【解説】

（１）既存資料の収集・整理

１）資料の活用方法

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

２）設計、施工内容に関する既存資料の収集整理

- ・ 設計、施工内容に関する調査では、パイプラインの設計図書（設計図、業務報告書）、完成図書（竣工図、施工記録等）、地形・地質データや当時の設計基準、施工方法・技術、使用材料、施工年月及び事業誌、工事誌、用地関係の資料を可能な限り収集する。

ア パイプラインの名称、所在地、設計者及び施工者

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

イ 竣工年月

劣化現象は経年的に進行するものであるため、竣工後の経過時間を把握することにより、劣化現象の原因の把握、今後の予測などを行う基礎的資料となる。また、施工当時の各種基準、管路諸元などを把握することにより、劣化要因を推定することが可能となる場合もある。

ウ 通水開始年月

管内面の腐食は、経年的に進行することから、管理日報などから通水開始年月を確認し、経過時間を把握することにより、劣化現象の原因の把握、今後の予測などの基礎的資料となる。

エ 設計内容

設計図、業務報告書、完成図書等から、使用した管体・継手の諸元、バルブ類の形式、当初の設計条件、荷重条件、地盤条件、ゴム輪等の部材諸元等を調査し、設計内容の妥当性の確認を行うとともに、当初と現在の設計基準・規格内容を比較し、必要に応じて現在の設計基準により安全性の確認を行う。また、現地踏査及び現地調査結果と比較することにより、設計条件との違いを明らかにする。当初から変化した条件については、パイプラインシステム設計や管体構造設計

等の検討を行い、現時点での条件の妥当性を確認する。

オ 施工内容

管敷設時のジョイント間隔、ゴム輪位置、中心線のずれ、たわみ率、塗膜厚等の施工時の記録を入手しておく。このことで、機能診断調査の数値の比較検討により変状の経年変化量を算定でき、今後の変化の推定が可能となる。

3) 事故履歴・補修履歴の収集整理

- ・ 事故履歴、補修履歴の調査は、施設管理者から資料を収集し、破損の状態、補修・補強の方法、場所等を平面図、縦断図に記入するなどして整理し、範囲ごとの変状の特徴等の分析を行う。漏水事故は、施設管理者による管理記録等のデータを収集し、管種、口径、埋設経過年数、供用年数などを整理するとともに事故の要因について把握・整理しておくことが重要である。

事故履歴・補修履歴を調査することにより、現在発生している変状が、過去の変状と類似の原因によるものかどうか、補修による効果がどの程度あるのかを推定することが可能である。なお、調査計画の策定に当たっては、使用・供用環境が類似している範囲に同様の劣化の可能性が考えられることから、これらに対する資料整理も重要である。

4) 地域特性に係る資料の収集整理

- ・ パイプラインは、土質及び地下水等の埋設環境、地盤条件、上部及び周辺の土地利用等の敷設条件により力学的、化学的作用により構造機能に係る性能指標に悪影響を及ぼす可能性がある。既往のボーリングデータ、土壌評価、水質調査等から埋設地盤の力学的評価、土壌及び水質の腐食性、地下水位、液状化・不同沈下の可能性等を把握することで、性能低下要因を推定する基礎資料とする。

【参考】埋設環境の整理

① 土質

強酸性土壌などの腐食性の強い土壌は、鋼管やダクトイル鋳鉄管の発錆・腐食の要因となる。泥炭地帯、腐植土、粘土質土壌、海成粘土等の酸性土壌や土壌に硫黄分を含む場合は、一般に腐食性が高いので、これらの影響を考慮する必要がある。また、鋼管については、コンクリートと土壌の境界や、粘性土と砂質土の境界などマクロセル腐食が発生しやすい環境について考慮する必要がある。

② 地下水の水質

パイプライン周辺地盤の地下水の水質が、強酸性、強アルカリ性又は温泉水などの硫黄物が含有している場合など、管種によっては、管体の腐食等の要因となる。例えば、PC管については、侵食性遊離炭酸がカバーコート腐食の要因と指摘されているケースが多い。酸性の工場廃液や汚れた河川水が地下水へ浸透している場合、海浜地帯など地下水に多量の塩分が含まれる場合、侵食性遊離炭酸が多く含まれている場合等は、その水質や管路との位置関係を把握し、パイプラインに与える影響を考慮する必要がある。

③ 電気的特性等

一般に鉄道（直流）、変電所等が、鉄鋼系の埋設管に近接する場合は、管体に対して迷走電流による電食のおそれと考えられる。

また、埋設管路に近接して外部電源方式の電気防食の措置を講じている管路がある場合は、外部電源用電極の周辺地盤の電位が干渉して電食が生じるおそれがある。

④ 地盤条件

傾斜面に沿って配管されている箇所などは、地下水により基床砂が流亡していることもあるので、土砂の流動状況や、止水壁、ドレーンの設置状況に配慮する必要がある。

そのほか、下記のような敷設・地盤条件の場合も留意が必要である。

- ・ 不同沈下の原因となる盛土・切土境界など土質・地質条件の変化点
- ・ 長期的な地盤沈下による継手部の抜出しの可能性のある軟弱地盤
- ・ 地震時のパイプラインの浮上の原因となる液状化しやすい地盤

⑤ 上部及び周辺の土地利用

管路の敷設当時の土地利用条件と現況に変化が生じた場合、管体に過大な荷重や偏土圧を生じ、管体の損傷につながるおそれがあるため、下記のような敷設条件の場合は留意する必要がある。

- ・ 宅地下を通る管路（耕地から宅地になり、上載荷重が変化）
- ・ 耕地から道路になった所、又は道路拡幅が行われた所を通る管路
- ・ 開発等の掘削に伴う埋設深が減少した所（変動荷重の増加、管体浮上等）

5) 施設管理者に対する問診事項及び取りまとめ方法

- ・ 日常管理を行う土地改良区等の施設管理者から、施設の変状や水利用上の支障、施設の損壊による農業面への影響や施設の周辺環境等、施設の重要度評価に必要な情報、施設が抱えるリスク等について、日常点検票、水利用機能及び水理機能の問診票等を活用して把握する。

- ・ 施設管理者に対する問診事項としては、施設のどの位置に、どのような変状が発生しているかを基本とするが、可能な限り変状の程度や発生時期・発生条件、水管理・保守上の課題、維持補修費用、バルブ等の操作の実態等まで確認することが望ましい。

また、施設周辺の開発・都市化等による地形や建設物等の変化と漏水事故等による社会的影響、施設の危険度についても聴き取りを行い、施設の重要度評価の基礎資料とする。変状が顕在化している地区では、対策工の緊急性等について施設管理者の意識・要望等を把握する。現地調査時に断水調査等を想定している場合は、通水期間、断水可能期間（時間）などを把握しておく。

- ・ 施設管理者への問診は、通常、表 2-1 に示すような日常点検票に施設管理者が定期的（施設の変状の程度に応じて設定）に記入し、それらの日常点検票を機能診断調査の実施者が収集する。収集した日常点検票については、表 3-1、表 3-2 に示す施設単位での事前調査票（問診票）の作成や、平面図に異常箇所やその内容等を書き込むなどして現地踏査における予備知識として活用できるように整理する。

- ・ なお、現状の施設に対して水利用機能や水理機能が適正に発揮されているかについても問診の対象とする必要がある。日常点検票の水利用・水理の記載を確認した上で、水利用機能及び水理機能の問診票を用いて分水制御性の低下や末端での用水量不足等の問題の有無を確認する。
- ・ 水利用機能及び水理機能の問診に当たっては表 3-3 を参考に問診対象とする施設に応じて適宜問診項目を追加・削除するなどして実施する。

6) 施設情報の図化

- ・ 施設の重要度評価や、現地踏査・現地調査に必要な情報（管路諸元、施設の重要度区分、事故・補修履歴、漏水箇所、腐食性土壌の区間等）は、平面図・縦断図等に記載し、水理ユニット毎で整理する。農地地図情報（G I S）整備が進んでいる地区では、これを活用することが望ましい。
- ・ また、水利システムとしての施設の性能状況を把握するため水利システムを図化する方法もある。

図 3-2 に、水利システムの図の例を示す。

表 3-1 パイプラインの事前調査票（問診票）（1/2）の例

整理番号		調査年月日	平成 年 月 日
地区名		記入者	
施設名			
項 目	異常の有無、内容※ ¹	異常箇所※ ²	
管路の通水性	1. 異常有り ①流量が相当不足し、所定の機能が発揮されていない。 ②流量が不足し、通水性の低下傾向が顕著になっている。 ③流量がやや不足し、通水性が年々低下傾向にある。 ④その他の異常が見られる。（ ） 2. 異常無し		
	【特記】		
末端給水（用水量）	1. 異常有り ①用水量が相当不足している。 ②用水量が不足し、用水量の低下傾向が顕著になっている。 ③用水量がやや不足し、用水量が年々低下傾向にある。 ④その他の異常が見られる。（ ） 2. 異常無し		
	【特記】		
水管理	1. 異常有り ①流量制御、圧力制御が困難で、所定の分水・配水管理が不可能な状態。 ②流量制御、圧力制御が困難な状態にあり、制御性に大きな問題が生じている。 ③流量制御、圧力制御にやや難があり、かつ制御性は年々低下傾向にある。 ④その他の異常が見られる。（ ） 2. 異常無し		
	【特記】		
環境 （騒音・振動等、施設の変状・劣化と因果関係のあると思われるもの）	1. 異常有り ①騒音・振動が認められる、苦情、改善要請がある。 ②その他の環境に関わる苦情、改善要請がある。 （ ） 2. 異常無し		
	【特記】		

項 目	異常の有無、内容※ ¹	異常箇所※ ²
露出配管	1. 異常有り ①変状が激しく、亀裂や変形が見られる。あるいは漏水箇所がある。 ②塗装膜の剥げ落ち、腐食、錆等の変状が全体に拡大している。 ③塗装膜の剥げ落ち、腐食、錆等の変状の拡大が見られ、全体に拡大する傾向にある。 ④その他の異常が見られる。（ ） 2. 異常無し	
	【特記】	
分・配水槽 調圧水槽	1. 異常有り ①水位の変動が激しく、溢水を生じている。 ②水位が脈動して安定せず、水位制御が困難になっている。 ③水位の安定性が年々低下してきている。 ④その他の異常が見られる。（ ） 2. 異常無し	
	【特記】	
バルブ類 （仕切り弁、空気弁等）	1. 異常有り ①正常に機能していない（弁が完全に閉まらない等）。 ②弁座からの漏水、操作性の低下など、老朽化が著しく、機能停止は時間の問題。 ③操作性が低下（操作力が異常に大きい等）している。 ④その他の異常が見られる。（ ） 2. 異常無し	
	【特記】	

※2：異常箇所は、測点、又は大まかな位置を記入する。

表 3-3 パイプラインにおける水利用機能・水理機能の問診票の例

整理番号			調査年月日	平成 年 月 日
地区名			記入者	
対象施設名			形態	パイプライン
機能・性能項目		異常の有無、内容		異常個所
水 利 用 機 能	送配水性	1. 異常あり ・ 末端への用水到達時間が遅い ・ 送配水の問題から計画上の取水量では末端で必要水量を確保できない		
		2. 異常なし 【特記事項】		
	配水弾力性	1. 異常あり ・ 用水需要の変動に対して応答ができてない		
		2. 異常なし 【特記事項】		
	保守管理・保全性	1. 異常あり ・ 日常的な保守管理に要する費用や労力が増加している ・ 保守管理に必要な施設(除じん設備・制水弁・マンホール等)が不足している		
		2. 異常なし 【特記事項】		
水 理 機 能	通水性	1. 異常あり ・ 所定の流量流下時に不安定な流況が生じる ・ 漏水が生じている(又は漏水が疑われる個所がある) ・ 必要な水位・圧力が確保できていない		
		2. 異常なし 【特記事項】		
	水位・流量・ 圧力制御性 分水制御性	1. 異常あり ・ 水位、流量、圧力等各種制御設備に不具合や操作上の問題等がある ・ 分水制御設備に不具合や操作上の問題等がある		
		2. 異常なし 【特記事項】		
	水位・流量 計測性	1. 異常あり ・ 水位、流量等の計測設備に不具合がある(故障又は破損している) ・ 水位、流量等の計測設備が不足している		
		2. 異常なし 【特記事項】		
	分水均等性	1. 異常あり ・ 管理基準に準拠した分水量が適正に配分できない・分水の問題から、末端で必要水量を確保できない		
		2. 異常なし 【特記事項】		

【参考】水利システムの図化

機能診断に当たっては、事前に対象施設がどのような水利システムとして成り立っているかを把握することが望ましい。例えば、下図のような水利系統や各水利施設が俯瞰的に把握できる模式図を作成することが考えられる。作成に当たっては、施設の受益面積や水量の当初と現在を記入するとともに、鉄道や主要道路、住宅密集地など立地条件の情報を記入し、水利システムと地域社会との繋がりを明らかにしておくが良い。また、過去の事故発生箇所を明示することも施設が有する課題の把握や調査ポイントの抽出の参考となる。

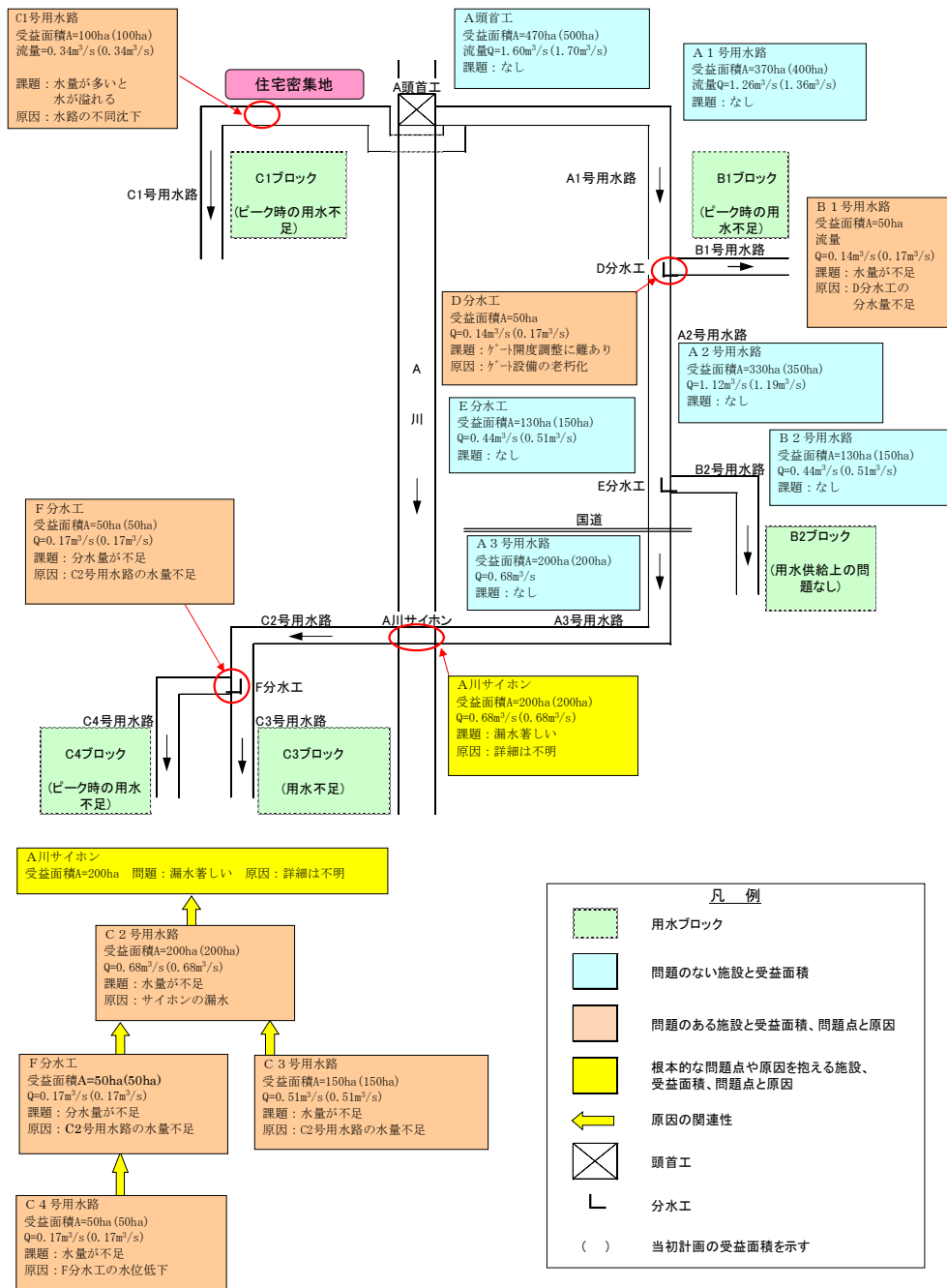


図 3-2 水利システム図 (例)

3. 3 現地踏査（巡回目視）

事前調査で得られた情報をもとに巡回目視により現地踏査を行うとともに、現地調査箇所、調査項目等を決定しつつ、安全対策の必要性の有無など現地調査の具体的な実施方法等を検討する。

【解説】

（１）現地踏査の基本的な考え方

- ・ 現地踏査は、事前調査で得られた情報をもとに、巡回目視により対象路線全体の変状の状況を概略的に把握するとともに、埋設位置の土地利用状況、水管橋、調整水槽等の変状、空気弁等のバルブ類の変状、その他地上部で確認できる変状の確認と、管内面調査を実施する適切な場所や調査単位、安全対策の必要性の有無、定量的な調査項目とその調査方法を具体的に決定することを主目的として行う。
 - ・ 現地踏査は、専門的な知見を有する技術者が主体となって行う。その際、日常管理を通じて平常時の状況を熟知する施設管理者（土地改良区等）と一緒に実施することが望ましい。
 - ・ 事前調査において分水制御性の低下や末端での用水量不足等、水利用機能及び水理機能に問題があると判断された場合は、現地踏査等の際に、分水施設の作動状況等を調査する。
 - ・ 現地踏査に当たっては、以下の点に留意して巡回目視を行う。
 - ① 地盤の陥没、崩壊、漏水痕跡の有無
 - ② 水管橋、その他露出配管部の変状
 - ③ 調整水槽本体、その他配管施設・バルブ等の変状
 - ④ サイフォン部の河床低下、露出の有無
 - ⑤ 空気弁等のバルブ類の外観及び作動状況、計器類の状況（故障の有無）
 - ⑥ 埋設位置の地上部の土地利用の状況
 - ⑦ 重要構造物や避難施設、宅地の有無
- また、現地調査に向けての準備として
- ⑧ 制水弁工等、簡易流量計の設置可能な場所の確認
 - ⑨ 分水工、調圧施設等の管内への進入可能な場所の確認
 - ⑩ 管内面調査地点の概定及び安全対策

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

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

表 3-4 パイプラインの現地踏査票の例

整理番号		調査年月日	平成 年 月 日
地区名		記 入 者	
施設名			
写真整理No.			
	変状項目	変状の程度	変状箇所※
周辺状況	地盤の陥没、崩壊、漏水痕跡		
	住宅、道路等の建造物		
	敷設時からの地上部土地利用状況の変化		
露出部	水管橋、露出配管部の変状		
	サイフォン部の異常河床低下、サイフォンの露出		
附帯施設 (バルブ類)	周辺地盤の陥没、崩壊、漏水痕跡等		
	バルブ類の発錆等外観状況		
	バルブ類の作動状況		
	漏水の有無、状況		
	弁体作動と開度計の指示の整合		
	計器類の指示状況、よごれ		
現地調査の適用性	簡易流量計等の設置		
	管内への進入		
評価	現地調査箇所 (機能診断調査として現地調査を行うのに適当な箇所)		
	詳細調査箇所 (補修対策の必要有無を判断するための詳細調査が必要な箇所)		
	補修対策の必要箇所 (早急に補強・補修工事を必要とする箇所)		
特記事項			

※ 変状箇所は、路線測定番号、施設番号、調査平面図に付した番号等のいずれかを記入し、今後経年調査で場所が照合できるようにすること

(2) 現地調査箇所選定の考え方

- 定量調査区間は、分水施設間で挟まれた水理ユニットに着目し、管路形式（管種）や規模、土地利用条件、地形・地質等が大きく変わる変化点において、単位分割したものを基本区間として選定する。なお、直接的定量調査の実施区間の選定では、空気弁、水槽等の管内進入箇所及び日作業時間や管内面作業の安全性といった調査実務上の視点を考慮する必要がある。

直接的定量調査の調査地点（定点）は、上記の基本区間を代表する箇所（劣化の程度が代表的な箇所）及び変状が顕著な箇所を基本とするが、調査時の安全性を確保するため、管内に進入可能な地点から換気が可能な範囲内で選定し、現地踏査の結果を踏まえ、「定点」となる調査地点を設定する。また、管内調査ができない路線においては、附帯施設、補修箇所付近を定点とすることも考慮する。

- 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ため、過去に施設の機能診断調査等が実施されている場合には、経年変化を分析できるようにするため、当該調査地点を活用する。

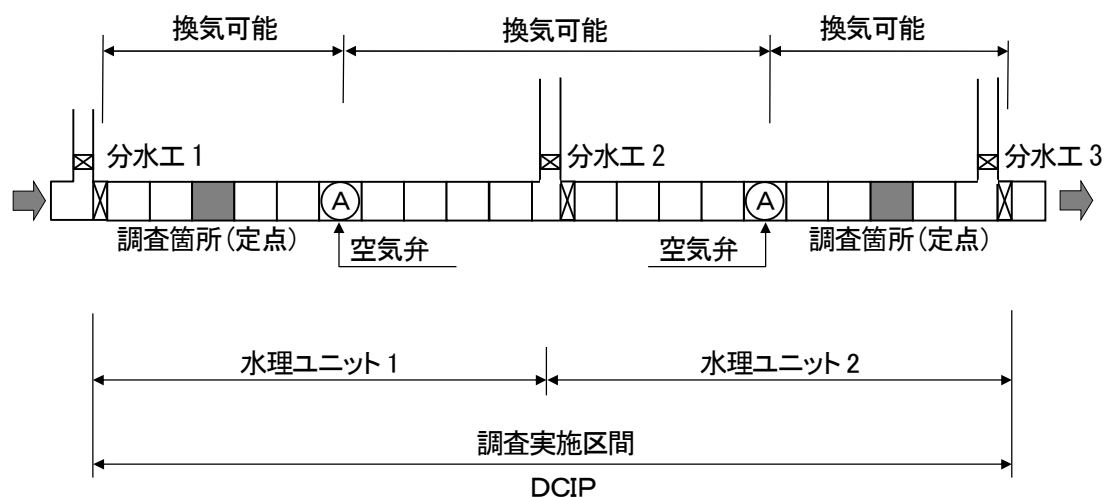


図 3-3 直接的定量調査地点の設定（例）

3. 4 現地調査（近接目視と計測）

事前調査や現地踏査で得られた情報を踏まえ、調査の目的に応じ、調査施設の種類や重要度等を勘案して、調査項目や調査単位を調査の効率性を考慮して設定し、近接目視と計測による現地調査を行う。必要に応じて詳細調査を実施する。

【解説】

（１）調査項目及び調査内容

１）標準的な調査項目と調査内容

- ・ 現地調査では、事前調査、現地踏査の結果を踏まえ、劣化の状況や性能低下要因等を特定するために必要な調査項目を設定する。標準的な現地調査項目を表 3-5～表 3-6 に示す。
なお、標準的な調査項目は現地調査（定点調査）票の調査項目のうち、非開削で実施可能な調査項目、特殊な機器を使用せず簡易に実施できる調査項目を対象としている。
- ・ 埋設管の現地調査では、漏水や水圧と流量の調査といった地上部から間接的に実施可能な定量調査（間接的定量調査）と、管内部から近接目視や計測・試験等の直接的な定量調査（直接的定量調査）を組み合わせた調査を行う。
- ・ 水管橋の現地調査では、上部工、支承部を対象に塗膜の劣化や管厚、ボルトナットの変状の等について目視や計測・試験等を行う。
- ・ 通気施設や保護施設では塗装の劣化や腐食、漏水の有無について目視や計測を行う。また、可能な場合は操作性について現地で作動調査を行う。
- ・ ファームポンド等の調整施設では、ひび割れ、材料劣化、圧縮強度、中性化、変形・歪み、地盤変形などについて目視や計測・試験等を行う。
- ・ 施設の性能低下予測や対策工法検討のために必要な指標に関する定量的な現地調査は、専門的な知見を有する技術者が実施することが望ましい。

【参考】現場条件により調査に制約を受ける場合の取扱い

パイプラインの現地調査はできる限り断水し、管内に水がない状態で調査することが望ましいが、口径 800mm 未満で管内への進入ができない場合や通年通水により断水不能、又は可能であっても時間的制約を受けるような場合には、それらの条件に応じた水圧等の間接的な調査手法により行う。調査費用と求めたい結果との費用対効果についても十分検討した上で調査内容を決定する必要がある。また、管内調査の実施に当たって、極めて著しい変状が生じている管路や急傾斜管路、換気不可（酸素欠乏）、粉塵といった作業環境上の危険性が考えられる場合は、間接的な調査手法を検討する必要がある。

表 3-5 標準的な現地調査項目と調査内容

区 分	調査項目	調査手法	記録手法
間接的 定量調査 (地上からの 調査)	漏水量調査 圧力調査	水張り試験又は保圧試験などにより漏水の有無 調整水槽や空気弁等から水圧を測定	定量記録、写真記録
直接的 定量調査 (管内からの 調査)	ひび割れ状況	管内目視によるひび割れ状況調査管の変状 を定性的又は定量に把握	定量記録、写真記録、 図化
	内面塗装の劣化 状況	管内目視による劣化状況調査	〃
	発錆状況	管内目視調査による発生状況調査	定量記録、写真記録
	たわみ量測定	縦横比の簡易測定	〃
	蛇行、沈下の状況	管内縦断測量により、蛇行、沈下を調査 水の滞水状況を測定	定量記録、写真記録、 図化
	継手曲げ角度、 間隔	管内から継手曲げ角度、間隔をゲージで測定	定量記録、写真記録
	継目試験	テストバンドによる継手の水密性検査	〃
詳細調査 (試掘等調査)	試掘による管外 面調査	埋設管まで試掘し、外面の腐食状況を目視 腐食の状況に応じて中性化残りを測定	定量記録、写真記録、 図化

※ 試掘による管外面の調査等に当たっては、調査の結果により判定できる事実がもたらすコストの縮減やリスクの軽減といった効果に見合った調査費用であるか等の観点から検討した上で調査を行う必要がある。

表 3-6 水利用機能及び水理機能に関する標準的な現地調査項目の例

機能	性能	調査項目	調査手法	記録手法	備 考
水利用	・ 保守管理 ・ 安全性	保守管理に必要な施設 (制水弁)の有無、状態 ※	目視による有無 作動調査	状態記録、写真記録	非かんがい期
水 理	通 水 性	通水量	定量計測結果より算定	定量記録	かんがい期
		管内圧力	定量計測結果より算定	定量記録、写真記録	かんがい期
		漏水※	漏水量調査、保圧試験	〃	かんがい期
	制 御 性 分 水	分水流量	定量計測結果より算定	定量記録	かんがい期
		分水土位 (分水位)	定量計測 (スケール・コンベックス 等)	〃	かんがい期

※定点における施設状態評価表を用いた調査の項目にも該当。

【参考】水管橋、附帯施設（ファームポンド、バルブ類）の調査項目と調査内容

表 3-7 水管橋の調査項目と調査内容

区分			調査項目	調査手法	記録手法
上部工の変状	本管部 補剛部	塗膜の劣化	発錆	目視による観察、簡易計測（ノギス）	定量記録、写真記録 図化
			はがれ	〃	〃
			ふくれ	〃	〃
			われ	〃	〃
		管厚・板厚	最小残存管厚測定	デプスゲージ等、超音波板厚計	〃
		変状	ボルト・ナットの変状	目視による観察、テストハンマー	写真記録、図化
溶接部の変状	目視による有無		定量記録、写真記録 図化		
	本管部	たわみ	橋軸方向のたわみ	傾斜計、レベル測量	〃
		漏水	漏水（痕跡）	〃	写真記録、図化
上部工の付帯施設の変状	空気弁	塗装の劣化	塗装の劣化・腐食等	目視による観察	定量記録、写真記録 図化
		漏水	漏水（痕跡）	〃	写真記録、図化
		操作性	作動	作動状況の確認	写真記録
	歩廊	鋼材の劣化	鋼材の劣化・腐食・変形等	目視による観察	定量記録、写真記録 図化
		その他変状	部材の欠損・損傷等	〃	〃
	進入防止柵	変状	劣化・変形・欠損・損傷	〃	〃
支承部の変状	支承	塗装の劣化・腐食等	塗装の劣化・腐食等	目視による観察	〃
		変状	ひびわれ・腐食・変形・脱落等	目視による観察、テストハンマー	〃
	伸縮継手	支承材の変状	ボルトのゆるみ、腐食・劣化、変形、脱落	〃	〃
	落橋防止装置	構成材料の変状	ボルトのゆるみ、腐食・劣化、変形、脱落	〃	〃
下部工の変状	構造物 本体	ひび割れ	ひび割れ最大幅	定量計測 （クラックスケール、ひび割れ幅計測機）	〃
			ひび割れ延長	定量計測（スケール）	〃
			ひび割れタイプ	タイプ判別	〃
		欠損・損傷		目視による有無	〃
		圧縮強度	反発硬度	リバウンドハンマー	〃
		中性化	中性化深さ／中性化残り	ドリル法	〃
			鉄筋被り	設計図書等	〃
		地盤変形	周辺地盤の崩壊・陥没	目視による有無	有無の記録 写真記録
			洗掘・基礎杭露出	目視による観察、簡易計測	有無の記録、写真記録、 定量記録

表 3-8 附帯施設（ファームポンド）の調査項目と調査内容

区分			調査項目	調査手法	記録手法
構造物自体の変状（内部要因）	コンクリート	ひび割れ	ひび割れ最大幅	定量計測（クラックスケール、ひび割れ幅計測機）	定量記録、写真記録、図化
			ひび割れ延長	定量計測（スケール）	〃
			ひび割れタイプ	タイプ判別	〃
		材料劣化	浮き	目視による観察、打音調査	写真記録、図化
			剥離・剥落・スケーリング	目視による観察、簡易計測（ノギス）	定量記録、写真記録、図化
			ポップアウト	目視による観察	写真記録、図化
			析出物（エフロレッセンス）	〃	〃
			析出物（ゲルの滲出）	〃	〃
			錆汁	〃	〃
			底版の摩耗・風化	〃	〃
			漏水（痕跡）	〃	〃
		圧縮強度	反発硬度	リバウンドハンマー	定量記録、写真記録、図化
	中性化	中性化深さ／中性化残り	ドリル法	〃	
		鉄筋被り	設計図書等	〃	
	その他	材料劣化	内面防水塗装の劣化	目視による観察、簡易計測	〃
鋼材（屋根等）			目視による観察	写真記録、図化	
ボルト・ナットの変状			目視による観察、テストハンマー	〃	
外部要因	変形・歪み		目視による観察 簡易計測（下げ振り、ポール、傾斜計）	有無の記録、写真記録、定量記録	
	欠損・損傷		目視による有無	〃	
	地盤変形	周辺地盤の陥没、ひび割れ	目視による有無	有無の記録 写真記録	
		抜け上がり	目視による観察、簡易計測	有無の記録、写真記録、定量記録	
（その他要因） 附帯施設	バルブ・配管	材料劣化	漏水（痕跡）	目視による観察	写真記録、図化
			塗装の劣化・腐食・変形等	〃	〃
		操作性	塗装の劣化・腐食・変形等	目視、触覚、聴覚等、人間の五感による判断	写真記録

表 3-9 附帯施設（バルブ類）の調査項目と調査内容

調査箇所	調査項目	調査内容	調査方法	対象バルブ ^注
バルブ全体	①外面塗装	錆、剥離の有無	目視	①、②、③、④、⑤、⑥、⑦
	②開閉状態	弁棒の作動状態	作動	①、②、③、④、⑤、⑥、⑦
	③接続部、周辺部	陥没、本体の偏芯の有無、状況	目視	①、②、③、④、⑤、⑥、⑦
弁座部	④漏水	漏水の有無、状況	聴覚又は圧力計	①、②、③、④、⑤、⑥
減速器	⑤グリスの漏れ	漏れ、にじみの有無	目視	①、②、⑤、⑦
	⑥錆付き	錆付きの有無、作動の正常性	目視、作動	①
潤滑の必要箇所	⑦弁棒、ねじ部	グリス不足状況、潤滑油の状態	目視	①、⑤
開度計	⑧よごれ	開度計の読み取り可否	目視	①、②、⑤、⑦
	⑨開度計の指示	弁体作動と開度計の指示の整合	目視	①、②、⑤、⑦
制御状態	⑩圧力、流量、水位等の指示	設定範囲内かどうか	目視	②、⑤、⑥

注) 対象バルブ等の区分は以下による。

①仕切弁、②バタフライ弁、③空気弁、④逆止弁、⑤スリープバルブ、⑥オートバルブ、⑦電動駆動装置

(2) 現地調査票

- ・ 現地調査結果は、調査項目ごとに整理を行う。なお、現地調査に当たっては、中長期の変状を継続的に調査することが望ましいため、水理ユニット又は定点ごとの調査票から取りまとめを行う。現地調査（定点調査）票の参考例を表 3-10～表 3-11 に示す。

(3) 調査頻度

- ・ 調査頻度は、健全度等に応じて適切に設定する必要がある。また、重要度が特に高い施設については、調査頻度を密にするなどの対応も検討する。

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

表 3-10 パイプラインの現地調査（定点調査）票の例（1/2）

整理番号			調査年月日		
地区名			記 入 者		
施設名			調査地点(測点表示等)		
定点調査番号			例; No.○+○～No.○+○		
劣化要因 の評価 (事故リス ク相関表 による)	劣化要因	評価	特記事項(可能性のある劣化要因等)		
	C/Sマクロセル腐食				
	電食				
	土壌ミクロセル腐食				
	管内劣化(発錆等)				
	異種金属通気差等マクロセル腐食				
	カバーコート腐食				
	継手漏水				
	管体破損				
調査部位	規格	調査施設概要図			
データ 整理No.	スケッチ	☐ あり	☐ なし	No.	
	写真	☐ あり	☐ なし	No.	
変 状 項 目		変状の状態・程度			
漏水の進行(全管種)		☐ なし ☐ あり			
ひび割れ(RC,PC,ACP)		☐ なし ☐ あり 測定値 (mm)			
ひび割れ(FRPM)		☐ なし ☐ あり 測定値 (mm)			
沈下(全管種)		☐ なし ☐ 0～10cm未満 ☐ 10cm以上～20cm未満 ☐ 20cm以上 測定値 (cm)			
沈下の進行性		☐ あり			
継手曲げ角度(SP以外)		☐ 許容角度1/2以内 ☐ 許容角度以内 ☐ 許容角度超や芯ずれで侵入水・不明水あり 測定値 ° ' " (θ)			
継手曲げ角度の進行性		☐ あり			
継手間隔等(溶接又は接着継手は除く)		☐ 規格値内 ☐ 規格値外だが侵入水・不明水なし ☐ 大幅・全面的に規格値外等で侵入水・不明水あり 測定値 (mm)			
継手間隔等の進行性		☐ あり			
発錆状況(SP,DCIP)		☐ なし ☐ 軽微な錆が点在 ☐ 一定範囲で全体的に錆が確認される			
発錆の進行性		☐ あり			
たわみ量(SP,DCIP,FRPM)		☐ 4%以内 ☐ 4%超5%以内 ☐ 5%超 (mm)			
たわみ量の進行性		☐ あり			
テストバンド		☐ 80%超 ☐ 80%以下 (%)			
鉄鋼系管路外観調査		☐ 変状無し ☐ 腐食代2mm以内 ☐ 腐食代2mm超 ☐ 貫通孔あり			
PC管外観調査(中性化残り等)		☐ 10mm以上 ☐ 10mm未満 ☐ 腐食・破断 (mm)			

表 3-11 パイプラインの現地調査（定点調査）票の例 (2/2)

点検担当者の主観的な評価	
対策の必要性	1.対策必要有(以下から選択) ☐ ①早急に詳細調査を実施し、補修対策を実施する必要有り。 ☐ ②詳細調査を実施し、対策の必要有無を検討するのが望ましい。 ☐ ③緊急の対策、調査は必要ない。 ☐ 2. 対策必要無し 【特記事項】
想定される 主な劣化要因 ※複数指定可	【劣化要因】 ☐ 1.初期欠陥(管材・施工) ☐ 2.中性化 ☐ 3.アルカリ骨材反応 ☐ 4.凍害 ☐ 5.化学的腐食 ☐ 6.疲労 ☐ 7.摩耗・風化 ☐ 8.構造外力(地震を含む) ☐ 9.近接施工 ☐ 10.支持力不足(沈下) ☐ 11.過剰水圧 ☐ 12.ミクロセル腐食 ☐ 13.C/Sマクロセル腐食 ☐ 14.電食 ☐ 15.腐食性土壌 ☐ 16.水質 ☐ 17.その他マクロセル ☐ 18.管内劣化(発錆等) ☐ 19.カバークート腐食 ☐ 20.その他 【特記事項】
想定される 劣化過程評価	【劣化過程】 ☐ I ; 潜伏期 ☐ II ; 進展期 ☐ III ; 加速期 ☐ IV ; 劣化期 【特記事項】

3. 5 性能低下要因の推定

現地調査における調査項目の設定や調査地点の選定を効率的に行う観点から、事前調査、現地踏査で得られた情報をもとに、施設の重要度を評価するとともに、着目する性能低下要因を推定する。

【解説】

- 過去の機能診断結果を含めた事前調査、現地踏査の成果から、どのような性能低下が起こっているか、ある程度の推定が可能である。性能低下要因を推定する上での視点を表3-12に示す。
- 事前調査や現地踏査で得られた資料をもとに使用環境条件と事故要因の関連性を整理する。

表3-12 性能低下要因を推定する視点

区分	調査項目	調査内容	性能低下要因推定の視点
管路諸元	管種・口径等	規格・製造年・製造方式・材料等	管種別の主要な変状の把握
	継手形式	継手種別（フランジ、溶接、融着、接着、ソケット、カラー等） 止水材料種別（ゴム輪、接着材等）	継手：種別ごとの劣化要因（ゆるみ、接合部の劣化） 止水材：年代別の品質不良、劣化要因
	設計・施工基準	構造設計方式、施工方式	要求性能の変化（耐荷力不足等）
	施工（通水）年	供用経過年数	参考耐用年数との関係
埋設環境	地上部の土地利用・荷重	地上部の土地利用条件（施工時との変化） 荷重条件（設計時との変化）	荷重の増大、要求性能の変化（耐荷力不足等）活荷重の影響の大きさ（耐荷力、地盤ゆるみ）
	地上部の地形	平面縦断面図等	地形変化点の不同沈下
	近傍周辺施設	高圧鉄塔、直流電気鉄道の有無	電食の可能性
	土質条件	既存ボーリングデータ等	液状化による地盤のゆるみ、不同沈下
	地盤の硬軟	既存ボーリングデータ等	支持力不足等の地盤のゆるみ 地盤変化点による不同沈下
	地下水位	地下水位の高さ	PC管のカバーコート劣化、外面腐食
	土壌の腐食性	ANSIの土壌評価基準等	鋼材系材料の外面腐食、PC管のカバーコート劣化
使用環境	使用水圧	設計時の静水圧 水撃圧 水管理状況（水圧の低下の有無）	腐食等による管内閉塞の有無、バルブの操作管理
	流量	計画流量・最小流量	内面摩耗 土砂、ゴミ堆積・空気連行による通水障害
	水質（地下水）	腐食性水質、ランゲリア指数 侵食性遊離炭酸濃度、地下水位	鋼材系材料の内面
	配管条件	コンクリート構造物や異種金属との接触、バルブ等の操作管理	マクロセル腐食の有無 過剰水圧、空気連行
事故履歴	漏水・破損事故履歴	漏水箇所、事故率	事故頻度、傾向の分析に基づく事故再発の可能性の推定 類似する過去事例から劣化要因を把握
	補修履歴	補修履歴	類似する過去の補修工法の種別から、性能低下要因を把握

3. 6 機能診断評価

機能診断評価は、施設の状態、劣化状況を把握するとともに、機能診断調査の結果明らかとなった「施設状態」に基づき、対象施設の「健全度評価」を行う。

健全度評価は、主に構造性能に係る指標に基づいて、対象施設の変状がどの程度のレベルにあるかを総合的に評価することを基本とするが、状況に応じて水利用性能、水理性能に係る指標も併せて考慮する。

【解説】

- ・ 健全度は、施設に求められる様々な性能の状態を包括的に評価することを意図している。機能診断評価は、施設の水理・構造性能の状態（健全度）と施設に生じた変状の要因を把握するために実施する。また、施設の状態から対象施設が総合的にどの程度の健全性を有するかについて評価を行うために実施する。
- ・ 構造機能、水理機能に関する視点から、たわみ量、漏水量等の評価や予測が可能な指標、又は支配的な指標に対し、可能な限り定量的な評価を行い、これを健全度評価のための指標とする。
- ・ 施設状態を示す総合的な健全度評価は、個別に実施した評価結果から健全度ランクの決定を行うこととする。なお、健全度ランクの決定に当たっては、管種や継手構造のほか、埋設条件等を踏まえて、施設の性能低下に関係する要因とその評価区分を設定した施設状態評価表を活用する。
- ・ ただし、施設状態評価表に基づく評価だけでは施設の状態を適切に判断しきれない場合もあるため、様々な要因を含めた最終的な評価として健全度の総合評価を行う。なお、健全度の総合評価では、それまでの評価の過程を検証し、必要に応じて現場条件等の確認や専門的な知見を有する技術者の協力を得るなどして、総合的な技術的判断を踏まえて行う。
- ・ パイプラインの施設状態評価表（案）を表 3-13 に示す。

表 3-13 パイプラインの施設状態評価表

地 区 名					評 価 年 月 日				
施 設 名					評 価 者				
定 点 番 号					調 査 地 点				
					(測 点 等)				
施 設 状 態	S-5:変状なし S-4:変状兆候 S-3:変状あり S-2:顕著な変状あり S-1:重大な変状あり								
		評価項目	評価区分				評価の流れー		
		健全度ランク	S-5	S-4	S-3	S-2	変状別	要因別	総合評価
漏水		漏水の進行(全管種)※1	無	－	有	－			
管内面調査	管路の変状	ひび割れ(RC,PC,ACP)	無	－	有	－			
		ひび割れ(FRPM)	無	－	－	有			
		沈下(全管種)	無	0～10cm未満	10cm以上～20cm未満	20cm以上			
		進行性(全管種)	有りの場合1ランクダウン						
		継手曲げ角度(SP以外)	許容曲げ角度の1/2以内	許容曲げ角度以内	許容角度超や芯ずれ等で浸入水・不明水あり	－			
		進行性	有りの場合1ランクダウン						
		継手間隔等(溶接又は接着継手は除く)	施工管理基準規格値内	規格値外だが浸入水・不明水なし	大幅・全面的に規格値外等で浸入水・不明水あり	－			
		進行性	有りの場合1ランクダウン						
		発錆状況(SP,DCIP)	無	軽微な錆が点在	一定範囲で全体的に錆が確認される	－			
		進行性	有りの場合1ランクダウン						
		たわみ量(SP,DCIP,FRPM)	4%以内	4%超5%以内	5%超	－			
		進行性	有りの場合1ランクダウン						
	テストバンド(φ900mm以上ソケットタイプ) (静水圧で5分間放置後の水圧)	80%超	－	80%以下	－				
※1漏水については施工時(初期値)と比較して漏水量が増えている場合“有”とする。ただし、施工時(初期値)がない場合は、許容減水量(土地改良事業計画設計基準・設計「パイプライン」を参照)を超える場合を“有”と判断する。									
詳細調査※2	試験調査	鉄鋼系管路外観調査(SP)	変状なし	腐食代2mm以内	腐食代2mm超	貫通孔あり			
		PC管外観調査(中性化残り)	中性化残り10mm以上	－	中性化残り又はカバーコート厚10mm未満	PC鋼線腐食・破断			
※2管内面調査や事前調査結果から、詳細調査を行うか判断する。									
(評価の流れにおける、主要因別評価及び施設状態評価の判定の考え方)									

参考情報					
調査項目				備考	
		漏水事故の状況 (同一路線で過去に起きた事故件数)			
現地踏査	周辺地盤の沈下等(全管種)		無 有		
	上部及び周辺の土地利用(全管種)		変化なし 荷重増		
事前調査	腐食※環境調査	土質調査(PC,SP,DCIP)	腐食土壌でない 腐食性土壌		
		周辺調査(SP,DCIP)	迷走電流の可能性なし 迷走電流の可能性あり		
	問診調査	供用年数			
		バルブの使用頻度と位置(FRPM,PVC)	近くにあるバルブはほとんど使用しない 近くに頻繁に使用するバルブがある		
※3腐食性土壌の懸念がある場合には、必要に応じて土壌調査を行い、試験調査を行うか判断する。					

注1) 変状別評価から主要因別評価を行う場合は、最も健全度が低い評価を代表値とする。総合評価については、今後の性能低下により影響されると考えられる支配的要因を検討し、その評価区分を採用する。また、参考情報についても加味し考えることができる。

注2) S-1の評価は、この評価表に依らず評価者が技術的観点から個別に判定する。