

農業水利施設の機能保全の手引き 「パイプライン」の改定について

関東農政局利根川水系土地改良調査管理事務所

河田 大輔

1. はじめに：農業水利施設の機能保全の手引きの概要

「農業水利施設の機能保全の手引き」（以下、「手引き」という。）は、農業水利施設の維持管理に携わる技術者、特に機能診断及び機能保全計画の作成に携わる技術者を対象として、実務の参考となる具体的な考え方と実施方法等を示したものです。

手引きは、頭首工、開水路、機場など多種多様な農業水利施設全体を俯瞰して基本方針を示す「総論編」と、個別施設ごとに具体的な内容を記述する「工種別編」の二種類から構成されています。令和5年4月には「総論編」が改定されました（改定概要については本連載第17回に掲載）。これを受け、工種別編のうち「パイプライン」（以下『手引き「パイプライン」』という。）の改定案についても検討が進められ、令和8年3月に改定されたことから、その概要について報告します。

2. 農業用パイプラインの機能保全に係る課題

現状の農業用パイプラインに関する主な課題として、突発事故の増加が挙げられます。農林水産省が実施した「農業水利施設に係る突発事故の発生状況調査」によると、全国における農業用パイプライン（管水路）の年間事故発生件数は増加傾向であり、令和6年度は1,493件に達しています（※国営、県営、団体営、機構営の合計）。このため、農業者及び施設管理者の減少や高齢化が進行するなか、限られた人員で効率的に施設の機能保全を実施し、突発事故の抑制に努めることが求められています。また、平成23年（2011年）の東日本大震災、平成28年（2016年）の熊本地震、令和6年（2024年）の能登半島地震などの大規模地震により、農業用パイプラインにも被害が発生しています。このため、これまでに蓄積された被害事例や復旧対応に関する知見を踏まえ、大規模地震への事前の備えや発生後の対応について、さらなる向上を図る必要があります。

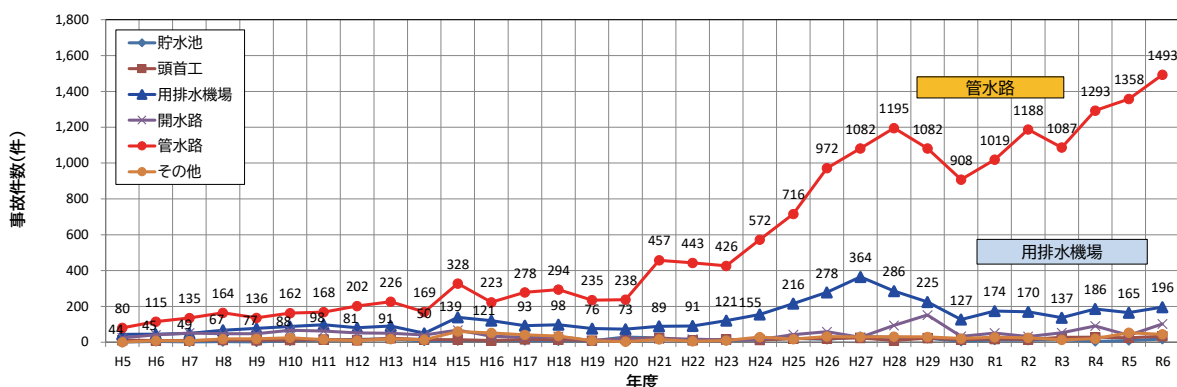


図1 農業水利施設の事故発生状況

3. 改定のポイント

農業用パイプラインが抱える課題、総論編において示された方向性、さらに現場からの意見を踏まえ、今回の手引き「パイプライン」では多くの改定が行われましたが、主なポイントは以下のとおりです。

(1) 手引き「総論編」の改定を踏まえた更新

① 農業水利システムの観点から「機能保全」を実践

手引き「総論編」において、機能診断に当たっては、従来の個別施設ごとの診断に加え、地区全体の農業水利システムにおける水利用機能及び水理機能診断にも着目する必要性が示されました。

これを踏まえ、手引き「パイプライン」にお

いても、農業水利システムの一要素として機能している農業水利施設が、個別施設のみならず農業水利システムとして要求される性能を十分に発揮できるよう、機能保全の考え方を整理しました。具体的には、機能保全は施設機能の維持のほか、必要に応じ、機能向上又は施設の集約や再編・統廃合を図る取組であることを記載しています。

また、パイプラインにおける参考例として、送配水の弾力性に関する不具合への対応を挙げています。ここでは、現状の用水需要を精査した上で、需要量と供給量の不均衡や水利ユニット間の送水能力を把握し、調整施設容量の拡大又は調整施設の新設を検討することを例示しています。併せて、施設管理者への問診を円滑に

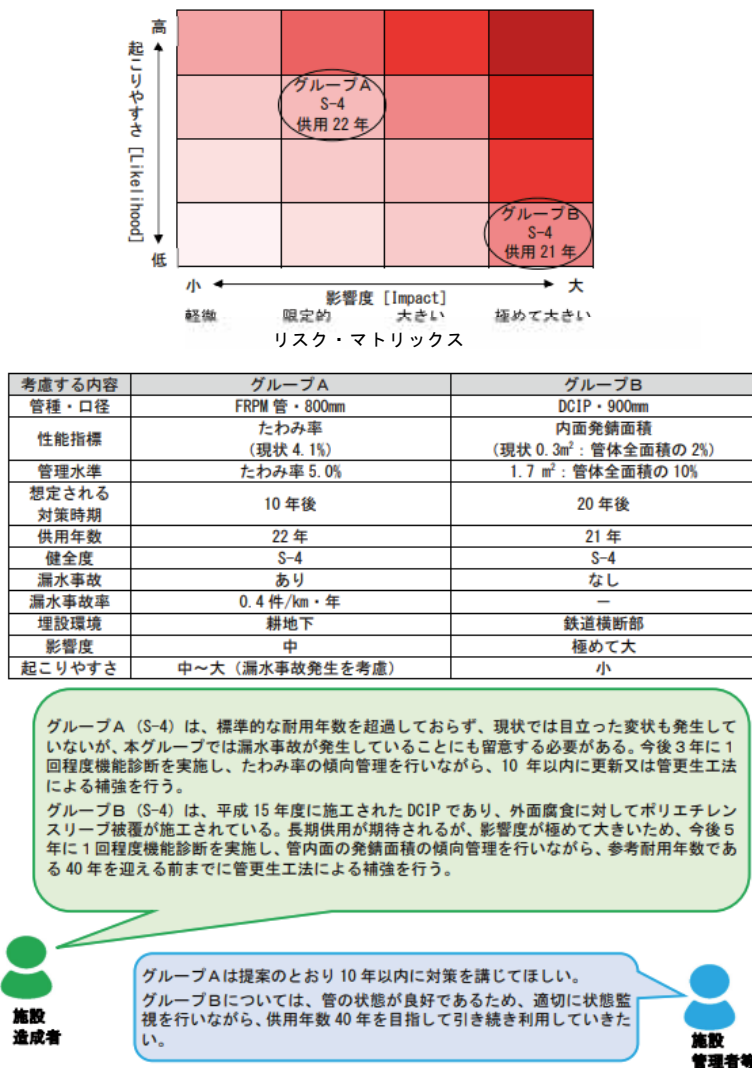


図-2 リスク・マトリックスを活用したリスク・コミュニケーションの例

実施するため、問診票の例についても記載しています。

②農業水利システムの機能停止を招かないリスク管理

パイプラインは、事故発生に関する兆候の把握や、発生時期の予測が困難である特徴を有することから、農業水利システムの機能停止を招かないリスク管理が重要です。このため、機能保全計画の策定に当たっては、リスクの特定・分析・評価を行い、施設管理者等とのリスク・コミュニケーションを通じて合意形成を図るとともに、その評価に基づき、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を記載しています。

具体的には、「第5章 機能保全計画」に「2 リスク管理」の項目を新たに設けました。本項では、機能保全計画の策定から対策実施までのストックマネジメントの各プロセスが、リスク管理の各プロセス（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）のいずれに該当するのかを整理するとともに、各プロセスの内容について解説しています。

さらに、参考としてリスク・コミュニケーションに基づく対策時期の検討例を示しています。リスク・コミュニケーションにおいては、施設諸元、機能診断結果、影響度、漏水事故の発生状況等を踏まえ、施設造成者が施設管理者等に対して保全方式、対策実施時期及び対策内容を提案します。その後、関係者の意向を踏まえて必要に応じて保全方式等の見直しを行い、機能保全計画を策定または更新することとしています。また、具体例としてリスク・マトリックスの活用事例についても併せて示しています。

（2）日常点検の強化と地震により被害が生じやすい弱部（ウィークポイント）への対応

パイプラインは、特定の箇所に集中して地震による被害が発生する傾向にあり、管路そのものの損傷にとどまらず、高圧水の噴出に伴う地盤流亡、道路陥没による交通障害、農地への浸

水や周辺住宅への被害など二次被害を招くことがあることから、地震時には漏水や変状の発生状況を迅速に把握することが重要です。このため、従来の「第3章 日常管理」を「第3章 日常管理と地震時の緊急点検」に改めました。これにより、日常管理において、地震時に変状が生じやすい弱部（以下、「ウィークポイント」という。）をあらかじめ把握し、重点的に観測・監視することを位置付けています。

ウィークポイントとなり得る箇所としては、①構造面の特徴を有する箇所（構造物との接合部、曲管部、T字管や片落管等の異形管）、②地形・地質面の特徴を有する箇所（地形の変化点、特に法肩や法尻部のスラストブロック周辺、軟弱地盤、等）、③施工面での特徴を有する箇所（砂基礎により施工された区間で地下水位が高く繰り返し荷重を受ける等の条件の厳しい箇所、過去に漏水等が発生し補修を行った箇所と同一又はその近隣）を挙げています。



写真-1 曲管周辺での継手の離脱



写真-2 液状化に伴う構造物の浮上

表-1 緊急点検チェックリストの例

施設名		[住所]	
点検日時 [今回]		[前回]	
点検者		施設情報	影響度: [] 健全度: []
点検項目 地震種別(震度): [] 種類: []		点検方法	目視(必要に応じて計測などを含む)
構造・規模		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)
水利用・水理	通水性	異物の有無	☐ 有 ☐ 無	
	末端給水	異物の有無	☐ 有 ☐ 無	
	水質等	異常の有無	☐ 有 ☐ 無	
管本体	管口周辺	亀裂、変形	☐ 有 ☐ 無	
		外観上の異常(管口の割れ等、陥没、倒壊)	☐ 有 ☐ 無	
	周辺状況	サイホン部の異常(倒壊、陥没、サイホン露出)	☐ 有 ☐ 無	
		辺りの設置、破壊、陥没、漏水直達	☐ 有 ☐ 無	
		溶状化の兆候(噴砂・噴水)の有無	☐ 有 ☐ 無	
		斜土部のすべり・崩壊や地盤管の異常	☐ 有 ☐ 無	
		その他の異常	☐ 有 ☐ 無	
		下敷に沈没しない(全開しない等)	☐ 有 ☐ 無	
		給水	☐ 有 ☐ 無	
		周辺地盤の陥没、崩壊、浮きぼり等	☐ 有 ☐ 無	
継手・継ぎ目	継ぎ目の止水状況の異常	☐ 有 ☐ 無		
	継ぎ目継ぎ目の作組の有無	☐ 有 ☐ 無		
	その他の異常	☐ 有 ☐ 無		
	周辺状況	溶状化による施設の浮上の有無	☐ 有 ☐ 無	
		その他の異常	☐ 有 ☐ 無	
フォームボード	漏水・浸水	ひび割れ、浸水、漏水の有無	☐ 有 ☐ 無	
	変位・変形	土地のすべり、不等沈下の有無	☐ 有 ☐ 無	
	剥離・変色	板表面の異常	☐ 有 ☐ 無	
	取付状況	壁面等の破壊・取付状況の異常の有無	☐ 有 ☐ 無	
水管工	水管・管施設	管内三口や水位の異常の有無	☐ 有 ☐ 無	

※写真による記録 全長及び損傷箇所を撮影する。
※図面による記録 クラック、剥離剥落等損傷がある場合は、図面にスケッチする。
※コンクリート製管の場合には本体の点検項目に準拠する。

【点検結果の表記】

点検結果を記入し留意すべき事項があれば

点検結果
(異常の有無)

地震時の緊急点検については、二次被害の発生防止の観点から、地震発生後速やかに実施することを基本としています。このため、手引きでは、平時の準備事項（発動基準の定め方を含む）、発災後における緊急点検の基本方針、緊急点検チェックリストの例を示しています。

発動基準の定め方については、施設管理者等が地域の地形・地質条件、施設の状況、事故履歴等を踏まえ、施設造成者と協議した上で設定するものとしています。

(3) 管種等によって異なる、特徴的な変状や性能低下事象への対応

機能診断における性能低下要因の推定につい

ては、管種や管形状によって異なる性能低下事象を踏まえて検討・整理する必要があります。このため、管種（コンクリート系、鉄鋼系、樹脂系）ごとに、性能低下の特徴及び原因の解説、性能低下とその原因の例についてのフローチャートを「第4章 機能診断」の「6 性能低下要因の推定」において整理しました。また、管種ごとの性能低下の特徴等についての詳細解説を、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」に記載しています。

さらに、性能低下要因の推定の参考とするため、新たに性能低下要因推定表を追加しました。主な性能低下要因は同表における関連性の高さ

a コア式プレストレストコンクリート管（PC管）

遠心力又はロール転圧で成形したコンクリートコアの外周に、PC鋼線を所定の張力で巻きつけ、カバーコートモルタルを吹き付けた管である。RC管より耐内外圧強度が大きく、経済性・耐荷重性に優れるが、重量が大きく耐衝撃性・施工性に劣る。また、構造上、切断して使用はできない。継手にはソケット継手とカラー継手があり、ゴム輪は昭和57年頃より天然ゴムから合成ゴムに変更されている。

性能低下要因は力学的要因と化学的・環境的要因に分類される。力学的要因では、不とう性のため外力変化の影響が継手部に集中し、継手緩みやゴム輪圧縮率低下により漏水が発生する。さらに、漏水により、サンドブラスト現象が生じ、カバーコートモルタルが摩耗してPC鋼線が露出・腐食し管体破損に至ることや、ゴム輪の摩耗・脱落が発生し、大規模漏水となる場合もある。化学的・環境的要因では、腐食性土壌や侵食性遊離炭酸を含んだ地下水によりカバーコートモルタルが化学的侵食を受け、PC鋼線の腐食・破断から管体破損に至る場合もある。

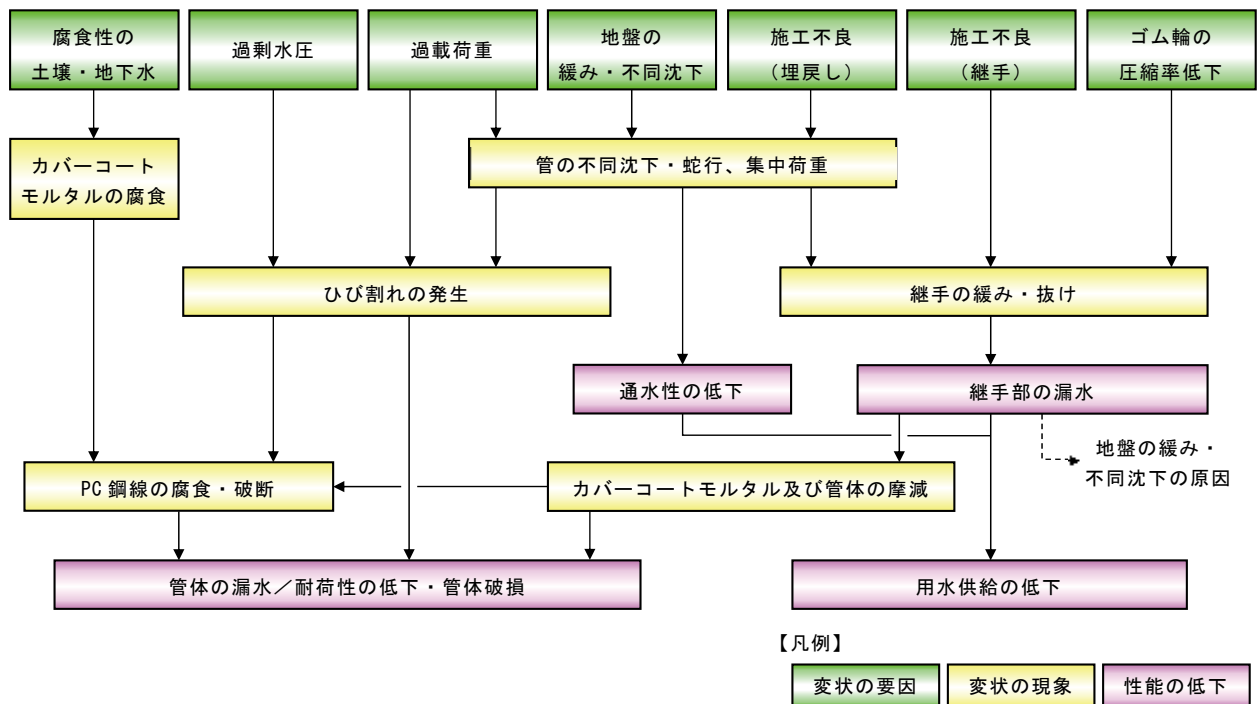
性能低下要因を踏まえると、PC管の現地調査（管内面調査）では特に継手損傷に着目し、継手曲げ角度や継手間隔に留意する。

また、侵食性遊離炭酸濃度が高い地下水が想定されるなど、カバーコートモルタルの化学的侵食が懸念される場合は、試掘による管外面調査を実施し、中性化残り厚の定量計測等を行うことが望ましい。



図－3 管種毎の性能低下の特徴と原因の解説の例（PC管）

注：図中の写真は PC 鋼線の破断による管体破損の事例



図－4 PC 管の性能低下とその原因の例

などを参考に検討しますが、関連性が低い要因であっても、過去の機能診断結果や事故原因調査等から要因として特定されている場合もあることから、事前調査において関連資料の追加収

集や現地調査計画への反映を行うこととしています。

表－2 性能低下要因推定表 パイプライン（鉄鋼系）の例

性能低下要因 使用・劣化環境			外面腐食				内面腐食
			土壌 マイクロセル 腐食	異種金属 通気差等 マクロセル 腐食	C/S マクロセル 腐食	電食	通水による 内面腐食 管内劣化 (錆こぶ等)
供用年数	20年未満			△	○	○	△
	20年以上～40年未満		△	△	△	△	○
	40年以上		△	△	△	△	○
近傍周辺施設	1km以内に直流電気鉄道等 迷走電流の可能性あり					○	
地下水位	地下水位が管体付近まである		△	△	△	△	
土壌の腐食性	腐食性が疑われる土壌		○				
流量	所定水圧下の流量減少						○
水質	内面 塗装	塗装なし（溶接部含む）					○
配管条件	15m以内にコンクリート構造物 貫通部あり				○		
	異種金属接触あり			○※1			
	粘性土と砂質土にまたがる配管 (土質の差による通気差あり)			△※2			
	地下水位の上下流にまたがる配管 (地下水位による通気差あり)			△※2			
管体漏水歴 (直近10年)	あり、又は条件類似箇所であり (偶発的外力によるものを除く)		◎	◎	◎	◎	◎
◎と○がある場合や、 ○等で影響度が高い施設等で行う調査			ANSI 土壌調査	管対地電位 分布測定 事故履歴を 詳細分析	管対地電位 分布測定	電位勾配測定 管対地電位 測定	管内目視 (カメラ) 調査

〔関連性：◎：関連性が高い、○：関連性がある、△：関連性が低い、空欄：関連性はない〕

※1 異種金属接触腐食が対象

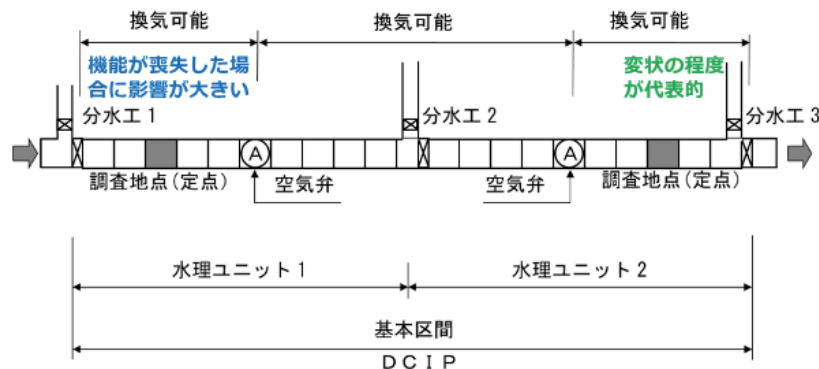
※2 通気差マクロセル腐食が対象

(4) 限られた調査機会を活用したメリハリの あるストックマネジメントの推進

パイプラインは、多くが地中に埋設されていることから、開水路等と比較して施設状態に関する情報は限定的にしか取得できません。また、管種、管形状、埋設条件等の違いにより多様な性能低下事象が発生することから、単一劣化曲

線等に基づいて将来の性能低下を予測することは一般に困難です。

このような特性を踏まえ、パイプラインにおけるストックマネジメントの基本的な考え方として、各プロセスにおいて、変状等の情報とともに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ながら、メリハリをつ



図－5 直接的定量調査の調査地点設定（例）

けて（優先度を付けて計画的に）ストックマネジメントを推進することを記載しました。

例えば、直接的定量調査においては、「変状の顕著な箇所」や「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」、「管種や管形状による性能低下事象を踏まえた変状の程度が代表的な箇所」等を考慮して、調査地点（定点）や頻度を設定することを記載しています。

（５）事故実績等を踏まえた施設状態評価における健全度指標の見直し

FRPM 管のひび割れを適切に評価するため、改定前の管内面調査ではひび割れが有れば S-2 評価としていましたが、評価区分に S-3「ひび割れは内面保護層のみ」を追加するとともに、S-2 を「ひび割れは内面 FRPM 層まで到達」として細分化しました。

また、同一路線・同一管種における類似事故発生リスクを評価する観点から、事故の連続性

が認められる場合には、要因別評価を 1 ランクダウンさせる指標を新設しました。

さらに、継手曲げ角度と沈下は基本的に同一の事象を示すものであるため、両者が重複して評価されることがないように整理するとともに、進行性評価である「これがある場合は 1 ランクダウン」については、進行性の程度を定量的に判断することが困難であることから、今回の改定において削除しました。

４．おわりに

手引き「パイプライン」の改定は、近年の突発事故の発生及び大規模地震による被害を抑制するため、パイプラインの特徴を踏まえたストックマネジメントの高度化を図ることを目的に、日常点検の強化や地震被害が生じやすいウィークポイントへの対応を示すとともに、管種ごとの変状や性能低下事象を踏まえた機能診

表－３ パイプラインの施設状態評価表

地区名		評価年月日		西暦 年 月 日				
施設名		評価者						
定点番号		調査地点等						
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→		
健全度指標		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管,PC管,ACP)	無	－	有	－	－	
		ひび割れ(FRPM管)	無	－	有 (内面保護層のみ)	有 (内面FRP層まで到達)		
		継手曲げ角度(SP, PE管以外)	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	－		
		沈下(全管種)※2	無	0～10cm未満	10cm以上～20cm未満	20cm以上		
		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	－		
		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	－		
		たわみ率(SP,DCIP,FRPM管)※3	4%以内	4%超5%以内	5%超	－		
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	－	－		
漏水事故		同一路線・同一管種事故の発生状況※4	有りの場合、要因別評価を1ランクダウン(要因別評価がS-2の場合は対象外)					
※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。 ※2 SP, PE管以外の管種では、継手曲げ角度の調査を行っている場合は、沈下の評価を行わなくてよい。 ※3 PE管は使用実績が少なく、たわみ率に対する指標が確立していないため対象外としている。 ※4 埋設条件や運用条件が類似する同一路線又は同一管種で事故が2回以上発生した場合は、同一事故要因による事故が複数回発生しているとして「有」とすることができる。								
詳細調査※5	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クート厚 10mm未満	PC鋼線腐食		
※5 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)								

断、事故実績等を踏まえた健全度指標の見直しなどを行いました。これにより、効率的かつ適切な機能保全の推進と事故リスクの低減が期待されます。

今後は、令和8年度より、手引き「パイプライン」の関連資料として、『農業水利施設の機能保全に関する調査計画の参考資料「パイプライン」』の改定に着手します。また、パイプラインに続く「工種別編」の改定については、「開

水路」及び「水路トンネル」の改定に向けた検討を開始する予定です。

手引き「パイプライン」の改定は一旦完了しましたが、さらなる農業用パイプラインのストックマネジメントの推進のためには、引き続き、事故情報の収集・分析、新技術や現場知見の収集・共有、継続的な改善を図ることが重要です。利根調・保全技術センターは、今後もそれらの取組を推進します。

