

(6) 変状要因の推定

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ため、事前調査や現地踏査で得られた情報を基に、主な変状要因を推定する。

【解説】

- ア 事前調査や現地踏査で得られた情報を基に、地域特性や供用環境等の使用環境条件と変状要因の関連性を整理し、対策工法の検討に資する主な要因を可能な限り明らかにするため、表 2－4、表 2－5 及び表 2－6 のような「変状要因推定表」、「性能低下要因推定表」を用いて、当該施設における主な変状要因や性能低下要因を推定する。
- イ 主な変状要因は、「変状要因推定表」の関連性の高さで判断されるが、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る場合は、関連資料の追加収集や現地調査計画に反映させる。

【参考】変状要因推定表の例

代表例として、鉄筋コンクリート構造物（開水路）の変状要因推定表及びパイプラインの性能低下推定表を表2-4～表2-6に示す。その他の工種は、工種別編に記載している。解説は「農業水利施設の機能保全に関する調査計画の参考資料（案）「計画編」」に記載している。

【表2-4 鉄筋コンクリート構造物の変状要因推定表（開水路）】

変状要因		初期 欠陥	内部要因								外部要因					
			コンクリート							鋼矢板						
			中性化 ※1	塩害 ※1	ASR ※2	凍害	化学的 腐 食	疲労	摩耗 風化	腐食	土圧 後背土 滑り	凍上圧	地下 水圧	地盤 沈下	その他 転石衝突等	底面 浸食 盤膨れ
使用・劣化環境																
供用年数	40年以上		○	○	○	○	○	○	○	◎						
	20～40年未満		△	△	△	△	△	△	○	○						
施工年※3	1986年以前			△	△											
	1978年以前		△													
	施工記録	○														
鉄筋被り	t<30mm		○	○												
地域	①塩害を起こしやすい(起きた)地域		△	○	△	△										
	②ASRを起こしやすい(起きた)地域			△	○	△										
	③凍害を起こしやすい(起きた)環境			△	△	○					○					
	④ASR、塩害複合劣化地域		△	○	○	△										
	⑤塩害、凍害複合劣化地域		△	○	△	○										
	⑥凍害、ASR複合劣化地域			△	○	○										
供用環境	①南向き面の部材		△			○						○				
	②融雪剤・凍結防止剤の使用			△		△			○							
	③接水時間が長い(常時)							△	○							
	④周辺に樹木等の植生あり									◎						
	⑤海水の流水あり			○					◎							
材料	①水セメント比60%以上		○	○		○										
	②海砂の使用			◎												
	③反応性材料使用				○											
水質	①硫酸分水質(温泉)					○			◎							
	②化学工場・食品加工場等の廃液流入					○			◎							
	③硬度が小さい							○								
土壌・地盤	①腐食性土壌(酸性土壌)		△		△		△									
	②地下水位(高い)				△	△	△					○				○
	③軟弱地盤										○			○		○
	④片盛土区間・切盛境界										○			○		
	⑤地山の透水性が高い										○	○	○			
地圧	繰返荷重															
	①自動車荷重(直接)							○			◎					
	②自動車以外の荷重							△			○					
	③設計荷重を大きく上回る荷重の負荷										◎				○	
	④極端な偏荷重が作用										◎					
摩耗条件	⑤過去に地震被害を受けた										○			○		○
	①射流の水路								○							
	②砂礫・転石の流下								○						○	

【関連性:高←◎・○・△・空欄→低】

※1 無筋コンクリート構造物の場合は劣化要因としない。

※2 1986年以降の施工の場合は劣化要因としない。

※3 1978年に鉄筋被りと設計基準強度について規定、1986年に塩分総量規制施工・ASR対策について規定

【表 2-5 性能低下要因推定表 パイプライン（鉄鋼系）】

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			△	○	○	△
	20～40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である		△	△	△	△	
土壌の腐食性	腐食性が疑われる土壌		○				
流量	所定水压下の流量減少						○
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			
	地下水又は湿潤な土壌に接する配管 （地下水の影響による通気差あり）			△※2			
管体漏水圧 (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:高←◎・○・△・空欄→低〕

※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

【表 2-6 性能低下要因推定表 パイプライン（コンクリート系、樹脂系）】

性能低下要因 使用・劣化環境		カバーコート 腐食 (PC)	継手漏水	管体破損 (RC)	管体破損 (FRPM)
供用年数	20年未満		△		
	20～30年未満	△	△		
	30～45年未満	△	○		
	45年以上	△	○	△	
地上部の地形 土質条件 地盤の硬軟	地盤沈下等による管への影響あり		○		
	設置位置が谷地形	△			
	黒雲母花崗岩が分布	△			
地下水	地下水位が管体付近までである	△			
	有機物を含む土壌を通過して供給	○			
	侵食性遊離炭酸を含む	○			
使用水压	使用水压0.3MPa以上		△		△
水管理状況	バルブ急閉の可能性あり		△		△
	日常的空気連行の可能性あり		△		△
管体漏水圧 (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)	◎		◎	◎
継手漏水圧 (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		地下水 水質調査	位置絞込 管内調査 (テストバント等)	(事故履歴を詳細分析)	

〔関連性:高←◎・○・△・空欄→低〕

(7) 現地調査（近接目視と計測）

現地調査は、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、調査施設の種類や機能停止した場合の影響度等を勘案して、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り調査する。また、必要に応じて詳細調査を実施する。

【解説】

- ア 現地調査は、事前調査や現地踏査で得られた情報、施設が機能停止した場合の影響度、経過年数等を踏まえ、適切な調査範囲において実施する。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。現地調査結果だけでは判定できず、さらに詳細な調査が必要であると判断された場合には、専門家や試験研究機関等による詳細調査を実施する。
- イ 調査項目は、表 2-7～表 2-10 に掲げる項目等を標準とし、事前調査や現地踏査の結果を踏まえ、必要に応じて劣化の状況や主要な変状要因等を特定するために必要な項目を追加する。現地調査においては、調査票及び図面への記入と写真撮影により記録する。また、当該施設における調査項目の有効性や施設の置かれた状況等を勘案して、調査項目を絞り込むこともできる。
- ウ 構造性能の調査等においては、できる限り断水して調査することが望ましいが、運用上の理由や調査目的から通水した状態で調査を行う場合には、合理的な調査となるように調査可能な項目や範囲、経済性などについても留意した上で、調査手法を検討する。
- エ 一方、水利用性能、水理性能に関する調査は通水状態が前提であるため、施設管理者からの聞き取り等を踏まえ、各調査が合理的なものとなるよう調査手法を検討する。
- オ 施設の機能診断調査は、施設の劣化予測の精度を今後高めていくためのデータ蓄積という目的もある。このため、全国的な比較や他地区の事例の参考利用ができるよう、調査項目は、共通する部分と独自に取り組む部分を分けて設定、整理する。
- カ なお、小口径のパイプラインでは標準的な調査事項が限られることから、適用条件に十分に留意しながら、新技術の積極的な活用を検討する。

【参考】標準的な調査事項の例

代表例として、鉄筋コンクリート構造物とパイプライン及び施設機械設備（ゲート設備）に関する標準的な調査事項を表2-7～表2-10に示す。

【表2-7 鉄筋コンクリート構造物に関する標準的な調査事項（構造性能）】

性能	区 分	調査項目	調査手法	記録手法
力学的安定性	ひび割れ	ひび割れ最大幅	計測（クラックスケール）※2	定量記録、写真記録、 図化
		ひび割れ延長	計測（スケール）	定量記録、写真記録、 図化
		ひび割れタイプ	タイプ判別	定量記録、写真記録、 図化
	変形・歪み	変形・歪みの程度	目視※1、計測 （下げ振り、ポール、傾斜計）	定量記録、写真記録、 図化
	圧縮強度		反発硬度法 機械インピーダンス法等	定量記録、写真記録
耐久性	材料劣化	浮き	目視※1、打音調査	写真記録、図化
		剥離・剥落・スケーリング	目視※1 計測（型取りゲージ等）	定量記録、写真記録、 図化
		ポップアウト	目視※1	写真記録、図化
		（析出物）エフロレッセンス	目視※1	写真記録、図化
		（析出物）ゲルの滲出	目視※1	写真記録、図化
		錆汁	目視※1	写真記録、図化
		変色	目視※1	写真記録、図化
		摩耗・風化	目視※1 計測（型取りゲージ等）	定量記録、写真記録、 図化
		漏水（痕跡）	目視※1	写真記録、図化
		鉄筋露出	目視※1	写真記録、図化
	中性化	中性化深さ／中性化残り	ドリル法	定量記録、写真記録
		鉄筋被り	設計図書の確認 電磁波レーダー法、電磁誘導法	定量記録、写真記録、 図化
安定性	地盤変形	背面土の空洞化	目視※1、打音調査	写真記録、図化
		不同沈下	目視※1、計測（スケール等） 縦断測量	定量記録、写真記録、 図化
上記性能を含む 構造性能	目地の劣化	目地の開き	目視※1、計測（スケール）	定量記録、写真記録、 図化
		段差	目視※1、計測（スケール）	定量記録、写真記録、 図化
		止水板の破断	目視※1	写真記録、図化
		漏水痕跡	目視※1	写真記録、図化
		周縁コンクリートの欠損等	目視※1、計測（スケール等）	定量記録、写真記録、 図化

※1 目視で調査する項目で、変状が「有」の場合は、定量的な調査を行う。

※2 ひび割れの記録を行う場合、クラックスケールを当てて近接撮影を行う。

【表 2－8 水利用機能・水理機能に関する調査事項】

機能	性能	調査項目	調査手法	備考
水 利 用	送配水性	堆砂状況	目視 計測（スタッフ等）	非かんがい期
		水中植物の繁茂	目視	かんがい期
	送配水弾力性	分水量	計測結果より算定※ ¹	かんがい期
	分水均等性	分水量	計測結果より算定※ ¹	かんがい期 非かんがい期※ ³
	保守管理・ 保全性	保守管理に必要な施設（管理用道路、 除塵・排砂施設等）の有無、状態	目視 作動調査	非かんがい期
水 理	通水性	流量	計測結果より算定※ ¹	かんがい期 非かんがい期※ ³
		水位（余裕高）	計測（スケール等）	かんがい期
		水路断面	計測（スケール等）	非かんがい期
		ひび割れからの漏水※ ²	目視	非かんがい期
		不同沈下※ ²	目視 計測（レベル等） 縦断測量	非かんがい期
		止水板の破断※ ²	目視	非かんがい期
		目地からの漏水※ ²	目視	非かんがい期
		摩耗・すりへり※ ²	目視	非かんがい期
		変形・歪みの有無※ ²	目視 計測（下げ振り等）	非かんがい期
	水位・ 流量制御性	分水量	計測結果より算定※ ¹	かんがい期 非かんがい期※ ³
		分水位	計測（スケール等）	かんがい期 非かんがい期※ ³
		水位・流量制御施設 （ゲート等）の制御方式	目視 完成図書の確認	かんがい期
		水位・流量制御施設 （ゲート等）の状態	目視 作動調査	非かんがい期

※¹ 水位（スケール等）と流速（電磁流速計）を計測し、マニング式により流量を算定する。

※² 構造的な変状に起因する水理性能低下の調査項目に該当する。構造性能を対象とした現地調査（定点調査）票を用いた調査項目に該当する。

※³ 非かんがい期に通水がある場合を対象とする。

【表２－９ パイプラインに関する標準的な調査事項】

区 分	調査項目※ ¹	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	水張り試験 保圧試験	定量記録、写真記録
直接的 定量調査 (管内からの 調査)※ ²	ひび割れ幅	計測（クラックスケール）	定量記録、写真記録、 図化
	内面塗装の劣化 状況	目視	定量記録、写真記録、 図化
	発錆状況	目視	定量記録、写真記録
	たわみ量	計測（デジタルゲージ等）	定量記録、写真記録
	蛇行、沈下の状 況	縦断測量	定量記録、写真記録、 図化
	継手曲げ角度、 間隔	計測（スケール、フィラーゲージ）	定量記録、写真記録
	継手の水密性	継目試験（テストバンド）	定量記録、写真記録

※¹ 調査項目と適用する管種については、農業水利施設の機能保全の手引き「パイプライン」を参照のこと。

※² 必要に応じて、試掘による管外面の調査を行う場合には、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事前に検討する必要がある。

【表 2－10 施設機械設備（ゲート設備）に関する標準的な調査事項】

調査項目	対象部位	調査手法	記録手法
清掃状態	扉体、戸当り、開閉装置	目視	写真記録
塗膜の状態	スキンプレート、桁材、側部戸当り、開閉装置、機側操作盤	目視 計測（膜厚計）	定量記録、 写真記録
変形・損傷、 たわみの状態	扉体、戸当り、開閉装置	目視 計測（ノギス、スケール、 フィラーゲージ等）	定量記録、 写真記録
傾き・片吊り	ワイヤロープ末端装置、扉体	目視 計測（傾斜計）	写真記録、 図化
漏水	扉体、戸当り	目視	写真記録
摩耗、損傷	扉体、戸当り、開閉装置	目視 計測（ノギス、 フィラーゲージ等）	定量記録、 写真記録
接続ボルトの緩み・ 脱落、溶接部の切損	接合部、機側操作盤	目視 打診（テストハンマー等）	写真記録
振動、異常音、 過熱、放流時の振動	扉体、開閉装置	目視 聴診 触診 計測（温度計）	定量記録、 写真記録
給油の状態、 漏油の状態	扉体、開閉装置	目視 触診 計測（スケール、開度計）	写真記録
作動確認	扉体、開閉装置、機側操作盤	目視 作動調査 聴診	写真記録
予備品	開閉装置、機側操作盤	目視	定量記録、 写真記録
損傷、破損、汚れ	機側操作盤	目視	写真記録
内部乾燥	機側操作盤	目視 触診	写真記録

(8) 健全度の判定

機能診断の結果に基づき、施設の変状等の程度を指標化した「健全度指標」を用いて、施設の健全度（施設の変状がどの程度のレベルにあるか）を構造性能の観点から総合的に評価する。

この評価に当たっては、工種ごとに適切な施設状態評価表又は概略（詳細）診断調査表を活用して客観的な判断や定量的な計測結果を整理するとともに、複数の要因が考えられる場合には、劣化を進行させる支配的な要因や、施設全体の機能に及ぼす影響を考慮する。

また、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】

【表 2－1 1 健全度指標と施設の状態】

健全度指標	施設の状態	
	土木施設	施設機械設備
S-5	変状がほとんど認められない状態	異常が認められない状態
S-4	軽微な変状が認められる状態	軽微な異常が認められるが、機能上の支障はない状態
S-3	変状が顕著に認められる状態	放置されると機能に支障が出る状態
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	著しい性能低下により、機能に支障がある状態
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。近い将来に施設機能が失われる、又は著しく低下するリスクが高い状態	設備等の信頼性が著しく低下しており、近い将来に設備の機能が失われるリスクが高い状態。性能が総合的に著しく低下している状態

ア 健全度指標は施設の状態に基づいて評価するものであり、補修・補強・更新といった対策の必要性や緊急性が評価の予断とならないように注意する。

イ なお、施設ごとに個別の性能指標を設けて管理することが適切であると判断される場合には、健全度指標に加えて、これらの性能指標を踏まえた管理を行うことも検討する。

例えば、水利用性能や水理性能そのものの低下が著しく、それ自体に着目すべき場合や、構造性能の低下以外にも水利用性能や水理性能に与える影響が大きい要因がある場合などにおいては、それらの要因等を踏まえ、特定の性能指標による管理の是非についても検討する（図 2－1 5）。

ウ 標準耐用年数を超過した用排水機場等の施設機械設備は、開放点検していたとしても分解整備がなされていないなど十分な状態監視保全下になかった場合、分解整備を伴う詳細診断調査を実施する。用排水機場等の施設機械設備の詳細診断調査の経費は高額になることから、施設管理者による定期点検に合わせて行うなど、施設管理者と十分に調整を図り、経費の節減に努める。

エ 用排水機場等の施設機械設備やパイプラインなどにおいて、十分な状態監視保全ができない場合は、施設の状態やリスクを総合的に判断し、時間計画保全の適用も検討する。

オ 健全度の評価において、表 2-12、表 2-13 に例示する施設状態評価表を用いた評価で、各要因に対する評価区分が異なる場合には、基本的に最も厳しい評価（例えば、S-4 と S-3 があれば、S-3）を採用する。

ただし、当該施設に附属する設備や部材であって、計画的な更新や交換によってその設備や部材の性能が十分に回復すると判断される場合は、健全度の総合評価に際して考慮しなくてもよい。

カ 支配的な変状要因の評価や現場条件の確認、専門的な知見を有する技術者の判断等を踏まえて、エンジニアリング・ジャッジにより、表 2-12～表 2-15 に例示する施設状態評価表又は概略（詳細）診断調査表で定型的に導出される評価とは異なる評価区分を採用する際には、定量的な計測等の結果も記録した上で、どのような考え方に基づきその評価を行ったのかについて、健全度評価に繋がった説明を必ず記録しておくことが重要である。

キ なお、機能保全計画の作成に当たり、施設管理者の意向を適切に踏まえ、個別施設の管理水準の設定や農業水利システム全体の視点を踏まえた機能保全の方向性の決定、機能保全コストを最小化するシナリオの採用等が不可欠である。

このとき、次の事項を考慮し、定量的な結果も記録した上で、どのような考え方に基づき、その評価を行ったのかについて必ず記録しておくことが重要である。

- ・ 水利用性能や水理性能
- ・ 個別施設の対策としての適性
- ・ 農業水利システム全体の見直しの必要性はないか。 など

ク 施設状態評価表は健全度評価の基本的な枠組を踏襲した上で、必要に応じて評価項目の追加や独自の評価区分の設定を行ってよい。その際、基本的な評価区分との対応関係、独自の評価区分を設定した理由や妥当性について必ず整理しておくことが重要である。

【表２－１２ 鉄筋コンクリート開水路の施設状態評価表】

地区名			評価年月日					
施設名			評価者					
定 点 調 査 番 号			調 査 地 点					
施設の状態			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→	
健全度ランク			S-5	S-4	S-3	S-2	変状別 評価	
内部 要因	構造物 自体の 変状	ひび割れ 形状と 幅	タイプ:初期ひび割れ 形状:目地間中央や部材解放部の垂直ひび割れ 原因:乾燥収縮・温度応力	最大ひび割れ幅 0.2mm未満	最大ひび割れ幅 [0.2mm以上～0.6mm未満] 0.2mm以上～1.0mm未満	最大ひび割れ幅 [0.6mm以上] 1.0mm以上	S-3に該当するものが 全体的	
			タイプ:劣化要因不特定のひび割れ 形状:特徴的な形状を示さないひび割れ 原因:症状が複合的であり劣化要因を特定できないもの	最大ひび割れ幅 0.2mm未満	最大ひび割れ幅 [0.2mm以上～0.6mm未満] 0.2mm以上～1.0mm未満	最大ひび割れ幅 [0.6mm以上] 1.0mm以上	S-3に該当するものが 全体的	
			タイプ:ひび割れ先行型ひび割れ 形状:格子状・亀甲状などのひび割れ 原因:ASRや凍害などの劣化要因	最大ひび割れ幅 0.2mm未満	最大ひび割れ幅 [0.2mm以上～0.6mm未満] 0.2mm以上～1.0mm未満	最大ひび割れ幅 [0.6mm以上] 1.0mm以上	S-3に該当するものが 全体的	
			タイプ:外力によるひび割れ 形状:側壁を横切るような水平又は斜めのひび割れ 原因:構造物に作用する曲げ・せん断力	最大ひび割れ幅 0.2mm未満	最大ひび割れ幅 [0.2mm以上～0.6mm未満] 0.2mm以上～1.0mm未満	最大ひび割れ幅 [0.6mm以上] 1.0mm以上	S-3に該当するものが 全体的	
			タイプ:鉄筋腐食先行型ひび割れ 形状:鉄筋に沿ったひび割れ 原因:中性化・塩害	無		有	S-3に該当するものが 全体的	
		進行性(ASRや凍害などの場合)			有りの場合1ランクダウン			
		ひび割れ規模			① ひび割れ密度 (ひび割れ幅 0.2mm以上) 50cm/m ² 以上			
		ひび割れ付随物 (析出物、錆汁、浮き)			② 有 注2)			
		ひび割れからの漏水			③ 滲出し、漏水跡、滴水 注2)			
		ひび割れ段差			有			
	ひび割れ 以外の 劣化	浮き	無	部分的	全体的			
		剝離・剥落	無	部分的	全体的			
		析出物(エロッセス・ゲルなど) (ひび割れを含むものを除く)	部分的(S-4の場合 以外)	全体的又は鉄筋に沿った部分 的				
		錆汁 (ひび割れを含むものを除く)	無	有				
		摩耗・すりへり	細骨材露出	粗骨材露出	粗骨材剥落			
		鉄筋露出の程度			無	部分的	全体的	
	圧縮強度		反発強度法(鉄筋) (圧縮強度換算)※設計強度 21N/mm ² の場合	21N/mm ² 以上 (設計基準強度比 100%以上)	15N/mm ² 以上～ 21N/mm ² 未満 (設計基準強度比75%以上100% 未満)	15N/mm ² 未満 (設計基準強度比75%未満)		
	中性化		ドリル法 (中性化残り)	残り10mm以上		残り10mm未満		
	外部 要因	変形・歪み	変形・歪みの有無	無		局所的	全体的	
			欠損・損傷	無		局所的	全体的	
不同沈下			無		局所的	全体的		
構造物 周辺の 変状		地盤変形						
		背面土の空洞化	無	局所的	全体的			
		周辺地盤の 陥没・ひび割れ	無	局所的	全体的			
		抜け上がり	無	20cm未満	20cm以上～ 50cm未満	50cm以上		
その 他の 要因	目地の変状	目地の開き	無	局所的	全体的			
		段差	無	局所的	全体的			
		止水板の破断	無		有			
		漏水の状況	無	漏水跡、滲出し、滴水	流水、噴水			
		周縁コンクリートの欠損等	無	局所的	全体的			

(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)

注1) ひび割れ幅における[0.6mm]は、塩害や凍害が起こりやすい地域、融雪剤・凍結防止剤の影響を受ける環境など、地域性、供用環境の観点から厳しい腐食環境の場合に適用することを検討する。

注2) ひび割れの規模に係る評価区分S-3は、①+②又は①+③を満たす場合に該当する。

注3) 「部分的」とは概ね全体の50%未満を示し、「全体的」とは全体の50%以上を示す。

注4) ひび割れ先行型ひび割れのうち、ASRや凍害などにより現在においても進行性があると判断できる場合は健全度ランクを1ランクダウン。

注5) 圧縮強度及び中性化の調査は、必要に応じて実施する。

注6) 「変形・歪み」、「地盤変形」などにおける「局所的」とは施設の一部で当該変状が生じている状態を指し、「全体的」とはそれが構造物全体に及んでいる状態を指す。

注7) 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。なお、性能低下を進行させる、より支配的な要因や、施設の機能に及ぼす影響がある場合には、これを考慮して評価する。

注8) S-1の評価は、この評価表によらず評価者が技術的観点から個別に判定する。

注9) 主要因別評価から施設状態評価を行う場合は、最も健全度が低い評価を代表値とすることを基本とする。なお、性能低下を進行させる、より支配的な要因や、施設の機能に及ぼす影響がある場合には、これを考慮して評価する。

注10) 摩耗すり減りの1ランクダウンについては、水理機能、水利用機能に支障がなければ、1ランクダウンを行わないものとするができる。

※ 施設状態評価表の適用に当たっては、最新の様式を使用し、工種別編を参照するものとする。

【表２－１３ 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						調査地			
定番号						調査点			
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	規格値外だが侵入水・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	試掘調査	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、試掘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と思わ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。

※ 施設状態評価表の適用に当たっては、最新の様式を使用し、工種別編を参照するものとする。

【表 2－1 4 渦巻ポンプ 概略診断調査表】

施設名						コード No.								
用途						調査者氏名								
機器名						調査年月日								
機種名						仕様								
製造者														
製造番号														
製造年						運転時間		総計：約 時間		年平均：約 時間				
装置区分	形式	調査部位	部位重要度	詳細部位	参考耐用年数	納入後又は交換後の経過年数	調査項目	劣化影響度	調査方法	許容値又は判定基準	点検条件 注 1	調査結果		調査項目 No. 注 2
												項目別健全度	部位別健全度	
主ポンプ	渦巻ポンプ	本体	A	全般	35		運転音	A	聴診	異常な音がないこと	運			2
							吐出圧力	A	目視	ポンプ締切圧力について、試運転データとの比較	運			3
		ケーシング部	A	ケーシング（上、下）	35		ひび割れ亀裂	A	目視	ひび割れ、亀裂の程度	運・停			11
							腐食	A	目視	腐食の程度	運・停			11
				ケーシングの塗装	5		塗膜	C	目視	塗装剥離、発錆の程度	運・停			17
				ケーシングの合わせ面	35		水漏れ	A	目視	水漏れがないこと	運・停			8
		インペラ・主軸部	A	主軸	20		回転の状態	A	指触	手回しができること	停・断			9
		軸受部	A	軸受（ころがり軸受又はすべり軸受） 注3	5年又は10年		振動	A	計測	基準値以下であること	運			12
							温度	A	指触・計測	手で触れられること（周囲温度（+）40℃以内であること）	運			16
							油漏れ	A	目視	油漏れがないこと	運・停			7
							摩耗	A	計算	設計寿命時間との対比	運・停			4
		軸封部	B	グランドパッキン	2		水漏れ	B	目視	異常な水漏れがないこと グランド部のドレン受け部が乾いてないこと	運			8
		軸継手部	A	軸継手	35		芯振れ	A	計測	芯振れ等が基準値以下であること	停			15
		ベース部	A	全体	35		塗膜	A	目視	塗装剥離、発錆の程度	運・停			17
【記事】														

注 1：点検条件欄の「停」は停止中、「運」は運転中、「断」は電源遮断状態を示す。
 注 2：調査項目 No. とは、参考資料編の調査項目の番号である。
 注 3：軸受部の参考耐用年数は、調査対象機種種の当該軸受種別を選定し、軸受の設計寿命時間及び機場の運転時間を考慮の上確認を行う。

※ 概略診断調査表の適用に当たっては、最新の様式を使用し、工種別編を参照するものとする。

【表 2－15 渦巻ポンプ 詳細診断調査表（分解整備時の診断）】

施設名				コード No.											
用途				調査者氏名											
機器名称				調査年月日											
号機名				仕様											
製造者															
製造番号															
製造年				運転時間 総計：約 時間、年平均：約 時間											
装置区分	形式	調査部位	部位重要度	詳細部位	参考耐用年数	納入後又は交換後の経過年数	調査項目	劣化影響度	調査方法	許容値又は判定基準	点検条件 注1	分解整備時調査項目	調査結果		調査項目 No. 注2
													項目別健全度	部位別健全度	
主ポンプ	渦巻ポンプ	本体	A	全般	35		運転音	A	聴診	異常な音がないこと	運				2
							吐出圧力	A	目視	ポンプ締切圧力について、試運転データとの比較	運				3
		ケーシング部	A	ケーシング（上、下）	35		損傷・ひび割れ	A	目視	損傷・ひび割れの程度	停	○			11
							腐食	A	計測	製作時肉厚に対する割合（製作時肉厚が不明な場合、今後定点点検測）	停	○			21
				ライナリング	10		腐食	A	目視	腐食の程度	停	○			11
							摩耗	A	計測	インペラとの隙間が当初設計値の3倍までであること	停	○			21
		インペラ・主軸部	A	インペラ	20		腐食	A	目視	腐食によりガタツキがある場合は許容不可	停	○			11
							摩耗	A	計測	主軸との嵌合隙間が設計値以内	停	○			21
							摩耗	A	計測	製作時肉厚に対する割合（製作時肉厚が不明な場合、今後定点点検測）	停	○			21
							腐食	A	目視	ケーシングとの隙間が当初設計値の3倍まで	停	○			11
				インペラリング	10		損傷・ひび割れ	A	目視	損傷・ひび割れの程度	停	○			11
							摩耗	A	計測	ライナリングとの隙間が当初設計値の3倍まで	停	○			21
				主軸	20		腐食	A	目視	腐食の程度	停	○			11
							摩耗	A	目視、計測	ガタツキがある場合は許容不可	停	○			22
							変形	A	目視	ねじ摩耗、変形等の程度	停	○			11
							芯振れ	A	計測	主軸の芯振れが許容値まで。超える場合は曲がり直し	停	○			15
				スリーブ（パッキン部）	10		腐食	A	目視	腐食の程度	停	○			11
							摩耗	A	計測	設計時の外径に対する割合	停	○			22
		軸受部	A	軸受箱	35		変形	A	目視	シール性を損なう傷や変形、軸受に無理な力がかかるような変形の程度	停	○			11
							摩耗	A	目視	軸受の転動、叩かれ等の形跡の程度	停	○			11
				軸受（ころがり軸受又はすべり軸受） 注3	5年又は10年		振動	A	計測	基準値以下であること	運				12
							温度	A	指触（温度計）	手で触れられること（周囲温度（＋）40℃以内であること）	運				16
							油漏れ	A	目視（油面計）	油漏れがないこと	運・停				7
							摩耗	A	計算	設計寿命時間との対比	運・停				4
							損傷	A	目視	傷、熱負荷、過剰加圧の程度	停	○			11
							摩耗	B	目視	主軸とスリーブとの接触跡の程度	停	○			22
		軸封部	B	パッキン押さえ	35		腐食	B	目視	腐食の程度	停	○			11
							腐食	B	目視	腐食の程度	停	○			11
				封水リング ねっくパッキン	35		摩耗	B	計測	スリーブとの接触跡の程度（深さ）	停	○			22
		軸継手部	A	軸継手	35		摩耗	A	目視	ガタツキがある場合は許容不可	停				11
変形・ひび割れ	A						目視	ゴムの変形・ひび割れの程度	停				11		
ベイス	A	全体	35		塗膜	A	目視	塗装剥離、発錆の程度	運・停				17		
【記事】															

注1：点検条件欄の「停」は停止中、「運」は運転中、「断」は電源遮断状態を示す。
 注2：調査項目No.とは、参考資料編の調査項目の番号である。
 注3：軸受部の参考耐用年数は、調査対象機種の当該軸受種別を選定し、軸受の設計寿命時間及び機種の運転時間を考慮の上確認を行う。
 注4：分解整備時には、ポンプケーシング合わせ面のシートパッキン及び軸封部のグランドパッキンは交換するものとする。

※ 詳細診断調査表（分解整備時の診断）の適用に当たっては、最新の様式を使用し、工種別編を参照するものとする。

【参考】主に構造性能に着目した健全度を性能管理の代表指標とする理由

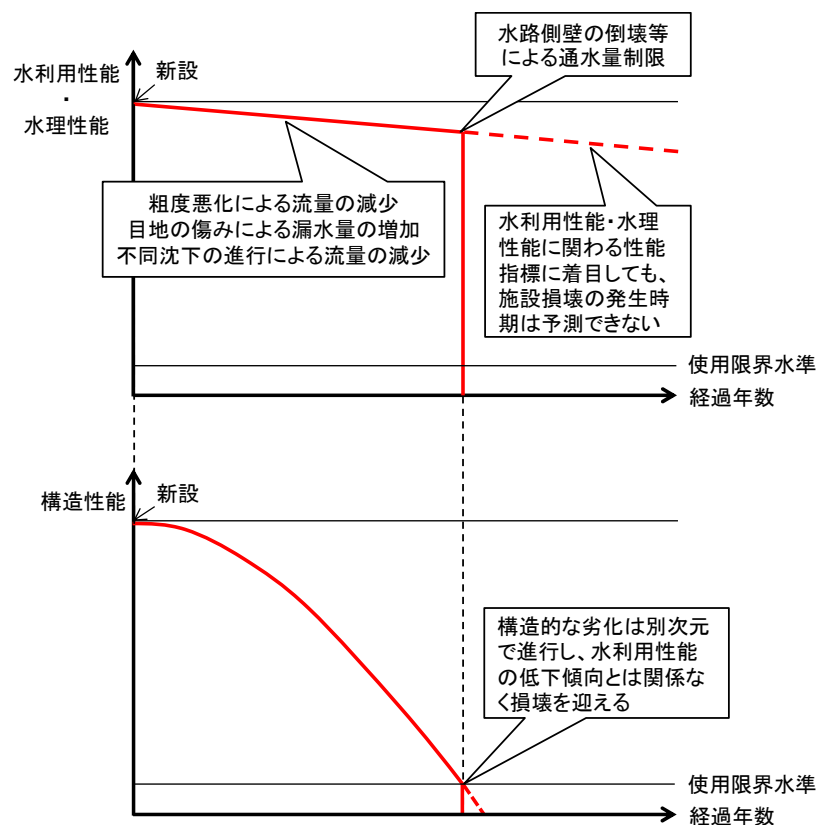
一般的に、農業水利施設の性能管理においては、水利用性能の維持を図ることが主な目的となる。しかしながら、ストックマネジメントの取組においては、主に構造性能に影響する施設の変状を指標化した健全度指標により、施設の劣化状態を定性的に管理するという手法を用いている。これは以下の理由によるものである。

(1) 施設損壊のリスクへの対応

施設損壊による水利用性能・水理性能の大幅な低下は、営農等への影響が大きく、最も注意を要する。水利用性能・水理性能の大幅な低下をもたらす施設損壊は、施設のある部分の構造性能が限界以下に低下することで突然発生するものであるため、構造性能に影響する健全度指標を用いて管理することが、施設損壊のリスクへの対応としては有効である。

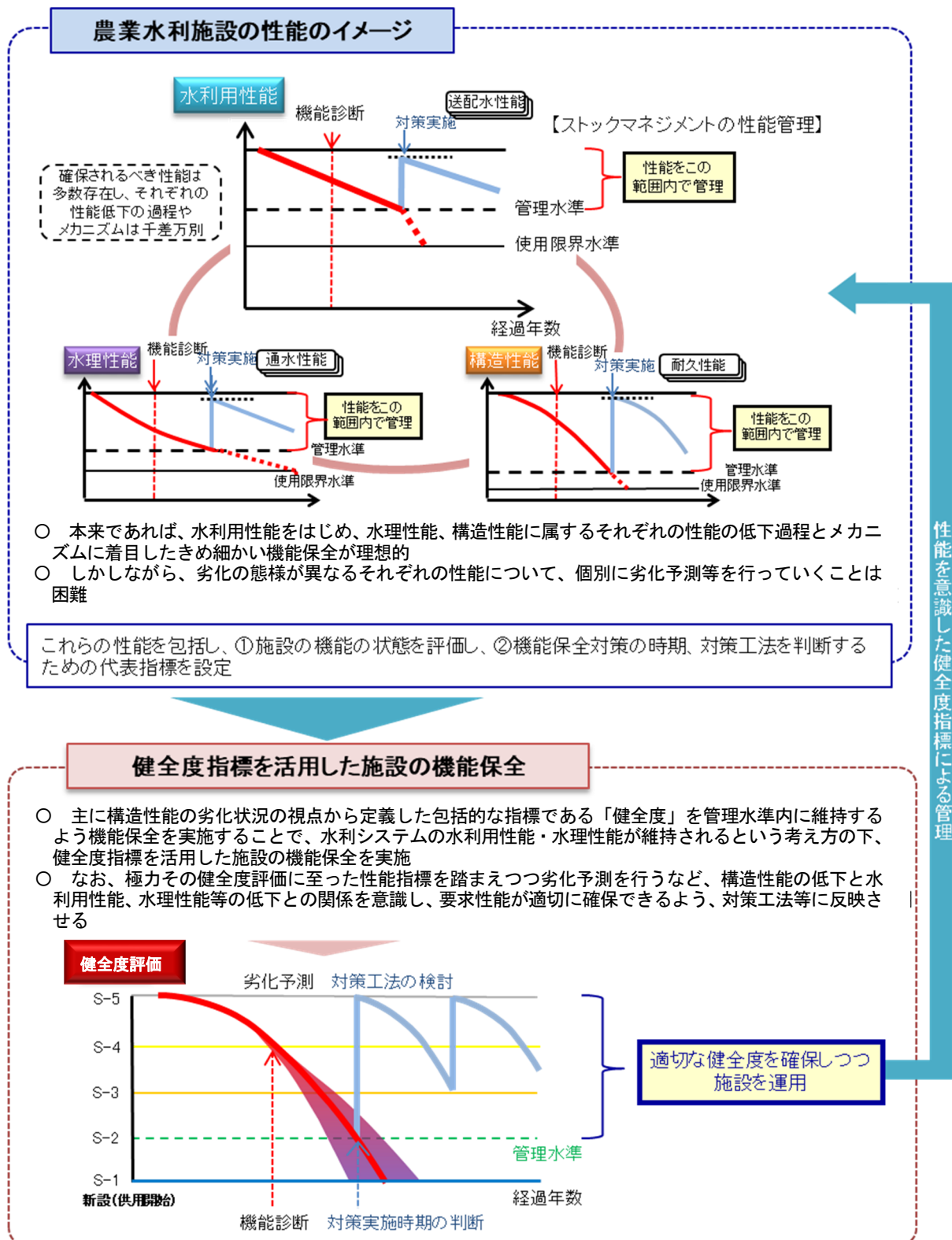
(2) 補修・補強等の必要性の有無の判断

構造性能の劣化状況は定量的な把握が容易であり、例えばコンクリート構造物については、状態に応じた補修・補強を行うことで長寿命化が図られることが分かっているなど、構造的な劣化の状況から補修・補強の必要性を判断できる場合が多い。また、構造的に適切な補修・補強がなされれば、基本的に、水利用性能は維持されることも多い。このように、補修・補強の判断にもつながることから、構造性能の劣化状況の視点で機能診断を行うことは有効である。



【図 2-14 施設損壊の発生時期の予測イメージ】

一方、健全度の評価に当たっては、水利用性能・水理性能に関する項目があることから、健全度を管理水準内に維持することで、水利用性能・水理性能についても一定程度は担保されるものであるが、構造性能の低下と水利用性能、水理性能等の低下との関係を意識し、要求性能が適切に確保できるよう対策工法等に反映させることが重要である。



【図 2 - 1 5 農業水利施設の性能のイメージ及び健全度指標を活用した施設の機能保全】

（９）調査頻度

調査頻度は、施設ごとの健全度評価に応じ、当該施設が機能停止した場合の影響度も考慮して、適切に設定する。

また、日常点検（施設監視）において明らかな劣化の進行等を認めたときには、適時に健全度評価を行う。

【解説】

ア 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、当該施設が機能停止した場合の影響度が大きい施設については、調査頻度を密にするなどの対応も検討する。

イ 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。なお、その際の調査項目については、施設の状況等に応じ適切に設定する。

ウ 同一の健全度評価にとどまる期間には幅があり、数年から 10 年に一度程度の機能診断では健全度評価の変化時期を必ずしも速やかに捉えられないことから、日常点検（施設監視）で明らかな劣化の進行等が認められたときは、施設管理者と施設造成者は連絡調整して適時に機能診断を実施するよう努める。

【参考】調査頻度の設定例

【表 2－16 施設の健全度に着目した調査頻度の設定例】

健全度指標	調査頻度の目安
S-2	3～5 年
S-3	5 年
S-4, 5	10 年

※ 標準的な劣化曲線から見た S-4→S-3 の期間（約 10 年）、S-3→S-2 の期間（約 7 年）、S-2→S-1 の期間（約 6 年）から、調査頻度の目安を設定する。

S-4→S-3 の期間と比べて、S-3→S-2 及び S-2→S-1 の期間は劣化速度が速くなる傾向を示しており、個別施設の状況をより注意深く見ていく必要があることから、これまでに得られた標準的な劣化曲線から想定されるその $2/3 \sim 1/2$ 程度の期間を目安としている。

(10) 状態監視保全の適用を広げる新技術の導入

ストックマネジメントの取組をより高い精度で実施していくためには、新技術の導入を行い、施設の点検や機能診断等の高度化・省力化を図ることが重要である。

機能診断等では、従来の標準的な調査手法のほか、様々な新技術を取り入れながら適切な調査手法を選択することを基本とするが、新技術の導入に当たっては、新技術に関する情報収集や現場試行等を通じて、技術の適用性を検討することが重要である。

新技術を普及させていく場合は、現場適用性の検証や技術的課題の整理、課題の検証などをPDCAサイクルに基づき実施するとともに、これらの検証結果の蓄積状況を踏まえ、技術図書や情報システム等により、広く情報共有を行う。

【解説】

ア 農業水利施設の老朽化が進行し、技術者の減少が進む中、基幹から末端に至る一連の農業水利施設の機能を安定的に発揮させ次世代に継承していくためには、施設の点検や診断等の高度化や省力化を行い、維持管理の効率化を図ることが重要である。

イ 近年、民間や大学、研究機関による技術開発の進展により、従来の調査手法では点検・診断ができない現場条件での診断技術やドローン等のロボットやデジタル技術を活用した診断技術が開発されており、これら新技術による点検や機能診断等への活用が期待されている。

しかしながら、農業水利施設は、構造や水理条件のほか、その利用状況、自然環境等の現場条件が多様であり、新技術がカタログどおりの性能を発揮できるか不明な場合がある。

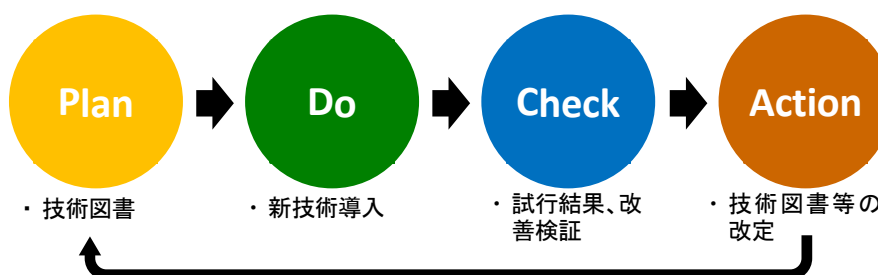
そのため、新技術の導入に当たっては、新技術に関する情報収集や現場試行等を通じて判断を行う必要がある。

ウ 水利用機能等の検討においては、水理解析等のシミュレーションや可視化の工夫が従来行われてきた。引き続きIT技術等の進展等を踏まえた取組を行う。

また管理においても、広域になるほど農業水利システム全体としての概観性を高めた、より体系的な問題把握、対策検討が必要になるため、このようなシミュレーション技術の導入も視野に検討を行う。

エ 新技術は、現場試行等を通じて技術的知見やノウハウを蓄積し、継続的に改善・高度化を進める必要がある。

新技術を導入した場合は、現地適用性の検証、技術的課題の整理、当該技術の効果や持続性のモニタリングなどをPDCAサイクルに基づき実施するとともに、これらの検証結果の蓄積状況を踏まえ、機能保全に関する技術図書への反映や情報システム等により情報共有を行うことが重要である。



【図2—16 新技術の導入・標準化のサイクル】

オ 新技術の導入は、施設管理者や施設造成者等の実務の効率化につながるほか、導入に当たっての技術的課題を明示することにより、民間や大学、研究機関における更なる研究開発の推進を期待できる。