

第 8 章 保全管理

第 8 章 保全管理 目次

8.1 総則	8-1
8.2 機能と性能	8-4
8.2.1 農業用排水施設の機能と性能	8-4
8.2.2 性能の管理	8-4
8.2.3 機能診断調査	8-6
8.3 機能診断評価	8-10
8.4 補修・補強工法	8-12
8.4.1 補修工法	8-12
8.4.2 補強工法	8-14
8.4.3 補修・補強材料	8-16
8.5 対策工法選定に当たっての留意事項	8-17
8.6 補修・補強に関する施設設計上の留意事項	8-17
8.7 関係機関との合意形成	8-18

第 8 章 保全管理

8.1 総則

農業水利施設に深刻な性能低下が発生する前に、施設の機能診断に基づく必要な補修・補強等の予防保全対策を実施し、施設のライフサイクルコスト（建設・維持管理等に必要な全ての費用）の低減を図るストックマネジメントの取り組みを導入する。

既存施設の長寿命化を念頭においた補修・改修等を行うための、調査、計画、実施に至る基本的な考え方を示すフローチャートを図-8.1.1に示す。

施設の改修及び補修が必要と判断された場合の補修・改修技術の基本的な考え方や、その技術・工法の概要を示すが、施設の性能を定量的に評価し、改修の要否等を判断する一般的な手法は現在確立されていないため、ここに述べる技術・工法が最良、最善と判断されるものではなく、技術の適用目的、地域性、現場条件、耐久性、維持管理対策、施工性、経済性等を総合的に検討し、技術開発の動向や経験のある技術者の意見等を聴取して適切に計画するものとする。

○用語の定義

補修：主に施設の耐久性を回復又は向上させること。

補強：主に施設の構造的耐力（力学的安全性）を回復又は向上させること。

改修：失われた機能を補う、又は新たな機能を追加すること。

改築：従前の機能又は新たな機能を確保することを目的として既存の施設を新しい施設で置き換えること。

更新：施設全体又は設備全体を新しい施設で置き換えること。なお、施設系全体を対象とした場合は、施設系を構成する施設の改築だけでなく、補修、補強、改修、改築を包括して行うことも更新という。

保全：施設又は施設系の機能が失われたり性能が低下することを制御又は回復若しくは向上させること。

変状：初期欠陥、損傷（偶発的な外力に起因する欠陥）、劣化を合わせたもの。

劣化：時間の経過とともに施設の性能低下をもたらす部材・構造の変化。

初期欠陥：施設の計画・設計・施工に起因する欠陥。

農業用排水施設		
土木・建築設備構造物		電気、機械設備
コンクリート構造物(点、線的構造物)、開水路、トンネル、弁体、暗きよ、排水門、排水樋門、建屋等	管体構造物等(線的構造物) RC管、PC管、鋼管、ダクタイル鋳鉄管、FRPM管、石綿管等	水路橋・水管橋
水利性、水理性、使用性・構造安全性、耐久性、安全性・信頼性、経済性、環境性等		施設機械類、ポンプ、除塵機、スクリーン、水門扉等
		水利性、設備信頼性、構造安全性・耐久性、修復性、経済性、環境性、維持管理性等

表-8.1.1参照

表-8.1.2参照

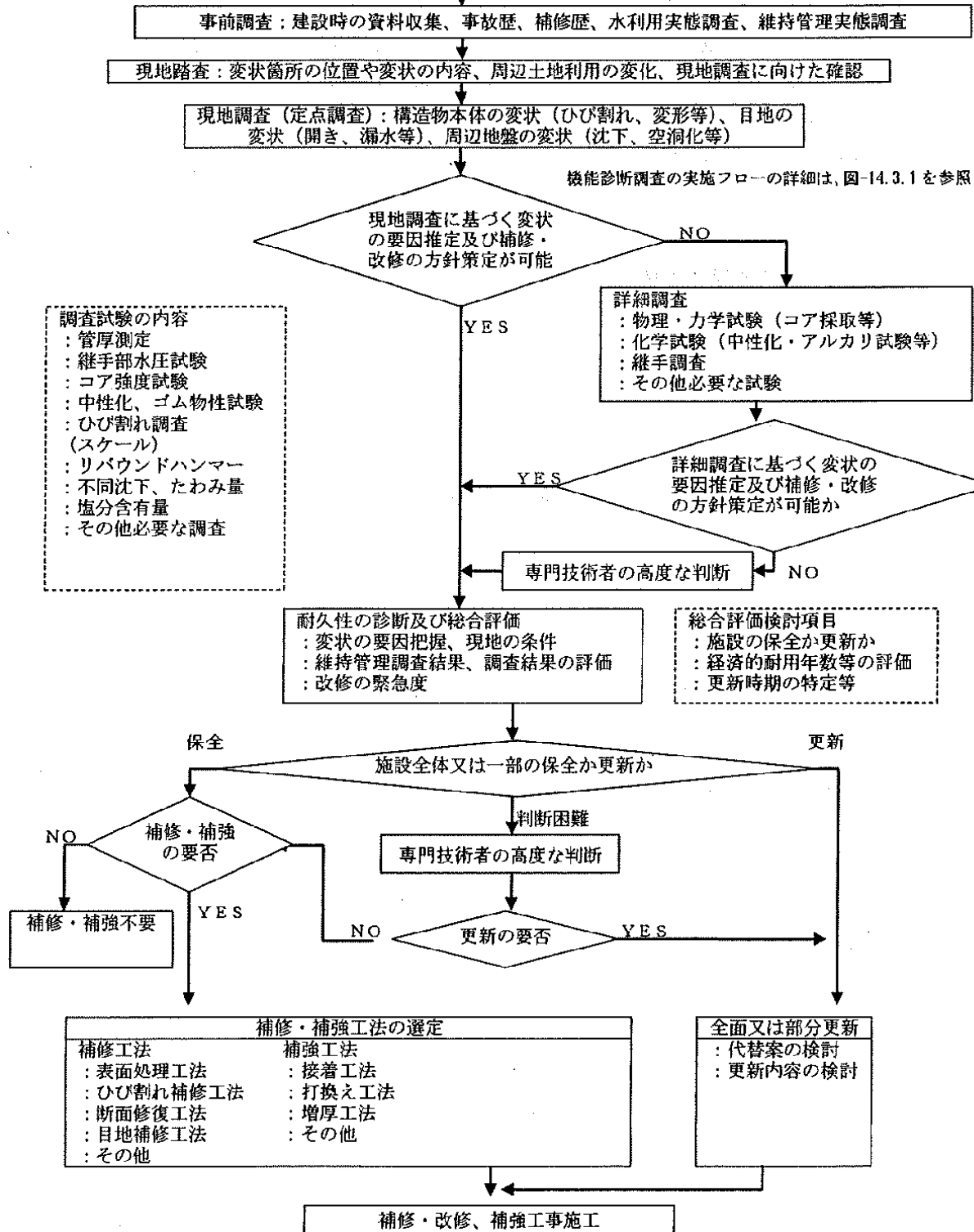


図-8.1.1 補修改修の調査、計画、実施のフロー

表-8.1.1 土木・建築設備構造診断

着目する性能	主な診断内容
送配水性、送配水弾力性、保守管理・保全性	送配水効率、用水到達時間 送配水自由度、調整容量 保守管理頻度・費用、容易性
通水性、水位制御性、分水制御性	通水量、漏水量、水位、流速係数 水位・流量の制御状態 分水量・水位の制御状態 水撃圧 堆積物の状況
使用性・構造安全性・耐久性	ひび割れ形状（鉄筋に沿うもの、目地間中央部や部材開放部の垂直のもの、水平・斜めのもの、格子・亀甲状のもの等）、幅、延長 材料劣化（浮き、剥離、スケーリング、エフロレッセンス、錆汁、磨耗・すり減り、漏水痕跡、鉄筋露出等） 圧縮強度（各種力学試験） 中性化（中性化深さとかぶり深さ） 鋼矢板や鋼管の腐食（マクロセル腐食、電食） 材料の品質（単位セメント量、海砂の使用、反応性材料の使用） 変形・歪み・撓み 転倒・滑動、浮上 欠損・損傷 不同沈下（蛇行・沈下） 漏水・湧水、背面土砂吸出し 水路底の浸食や深掘れ、矢板の露出 地盤変形（背面土の空洞化、周辺地盤の陥没、抜け上がり） 目地の劣化（開き、段差、止水板の破断、漏水痕跡、周縁コンクリートの欠損等） 供用環境、水質、土質、土かぶり（地上部の土地利用）、荷重条件
安全性・信頼性	漏水・破損事故履歴、補修履歴、耐震性
経済性	建設費、維持管理費
環境性	騒音、振動、景観、親水性、歴史的価値、自然環境

表-8.1.2 電気・機械設備機能診断

着目する性能	主な診断内容
水利性	用・排水量、全揚程、取水水位（量）
設備信頼性	耐用年数、使用時間、バックアップ、故障・整備履歴
構造安全性・耐久性	腐食、摩耗、振動、異常音、過熱、ひずみ変形、油脂類の劣化、絶縁抵抗 接地抵抗、耐震性、材料品質
修復性	修復容易性、損傷・故障時の対応（部品調達、予備品保有）
経済性	建設費、維持管理費
環境性	騒音、振動、異臭、環境負荷（CO ₂ 排出、生態系への影響）、景観
維持管理性	施設管理者や第三者の人的安全性（防護柵、危険表示板、危険部位の保護） 止水性、操作性（水利調整）

8.2 機能と性能

8.2.1 農業用排水施設の機能と性能

表-8.2.1 開水路（用水路）の機能と性能の種類例

機能	性能の例	指標の例
本来的機能	1) 水利用機能 送配水性 配水弾力性 保守管理・保全性	送配水効率、用水到達時間、自由度、調整時間、調整容量、保守管理頻度（費用）、容易性、スペース（管理用地・管理用道路等の有無）
	2) 水理機能 通水性 水位・流量制御性 分水制御性	通水量、漏水量、表面抵抗の大小、水位、水面動揺 水位・流量の制御、分水量・水位の制御
	3) 構造機能 力学的安全性 耐久性 安定性	ひび割れ幅、変形量、摩耗量、鉄筋腐食量 不同沈下、周辺地盤の沈下や陥没、断面破壊に対する安全性、転倒、滑動、基礎地盤の支持力、浮上に対する安全性
社会的機能	安全性・信頼性 経済性 環境性	漏水・破損事故履歴（率・件数）、補修履歴、耐震性、建設費、維持管理経費、景観、親水性、歴史的価値、自然環境

農業水利施設の機能保全の手引き「開水路」（平成28年8月）より

8.2.2 性能の管理

(1) 鉄筋コンクリート開水路の性能低下とその要因

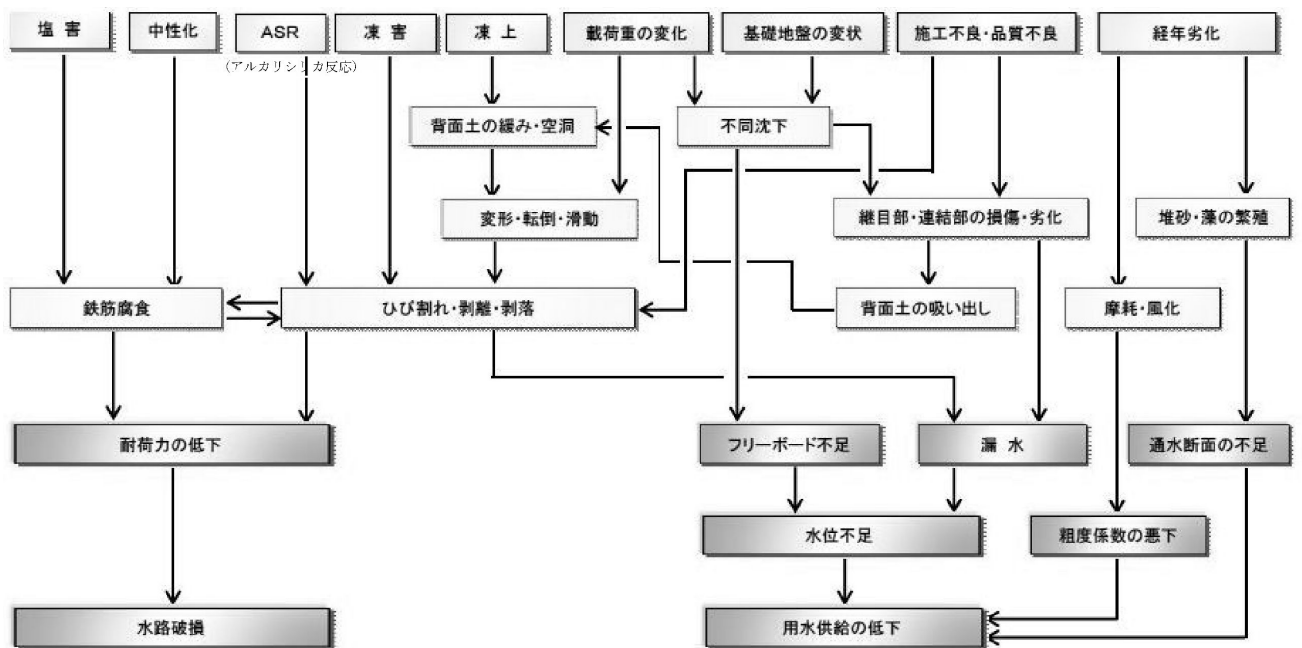


図-8.2.1 「鉄筋コンクリート開水路」の性能低下とその要因

表-8.2.2 鉄筋コンクリートの変状の種類とその要因

変状の種類		変状の要因								
		初期欠陥	中性化	塩害	反応 (アルカリシリカ) (ASR)	凍害	化学的腐食	疲労	磨耗・風化	構造・外力
初期欠陥	ジャンカ	○								
	コールドジョイント	○								
	内部欠陥 (空洞等)	○								
	砂スジ	○								
	表面気泡	○								
	非進行性ひび割れ ・乾燥ひび割れ ・乾燥収縮ひび割れ ・温度ひび割れ	○	◆非進行性ひび割れは、施工中、または完成後早い時期に処理を行えば、耐久性に問題は生じない。放置しておいた場合は、他の劣化要因と複合し、進行性のひび割れに変わる場合もある。							
材料劣化 (内部要因によるものが多い※)	ひび割れ	鉄筋腐食先行型		○	○					
		ひび割れ先行型				○	○	○	○	
	浮き・剥落		○	○	○	○	○	○		
	錆汁		○	○	○		○	○		
	エフロレッセンス					○			○	
	変色			○	○		○		○	
	すりへり (磨耗)								○	
	断面欠損		○	○			○	○		
構造劣化 (外部要因によるものが多い※)	曲げ・せん断ひび割れ								○	
	たわみ						○		○	
	変形		○	○	○		○		○	
	振動 (剛性の低下)		○	○	○		○		○	

「コンクリート診断技術」(社団法人日本コンクリート工学協会)を参考に整理

※ 材料劣化は主に内部要因、構造劣化は外部要因によるものが多い。しかし、材料劣化の場合には、疲労や構造外力のような外部要因でもひび割れなどの変状・劣化が生じる。

(2) 無筋コンクリート開水路及びその他開水路の性能低下とその要因

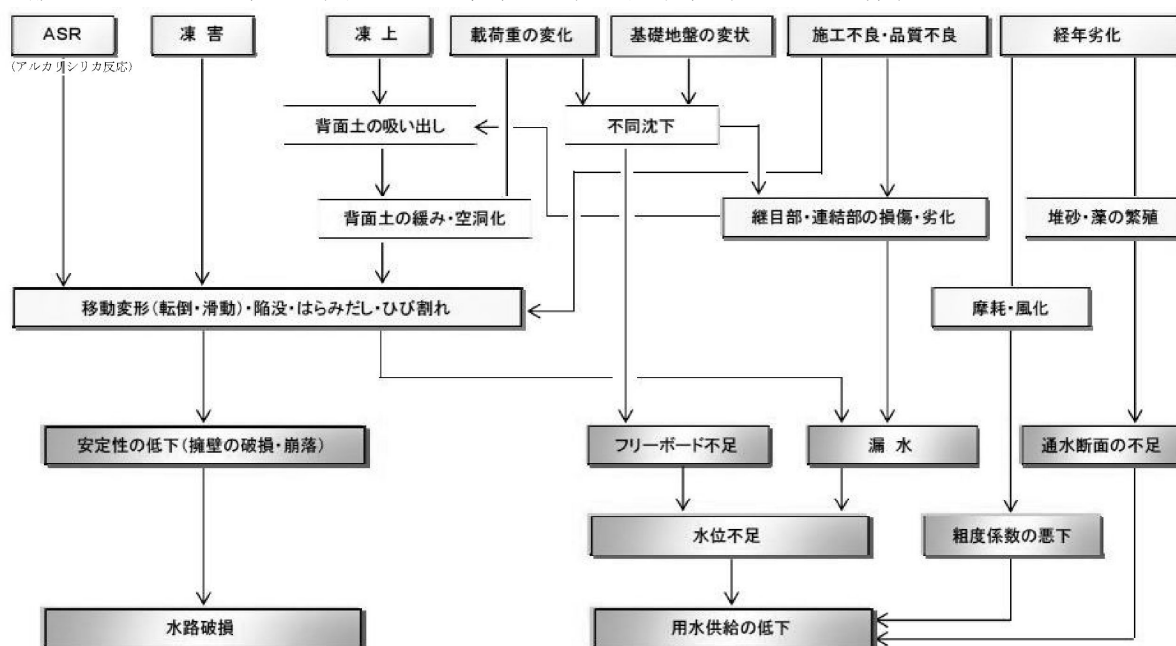


図-8.2.2 「無筋コンクリート開水路」及び「その他開水路」の性能低下とその要因

8.2.3 機能診断調査

(1) 機能診断調査の基本的な考え方

機能診断調査は、その調査の目的を明確にした上で、目的を達成するの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との観点から、調査全体を検討することが重要である。

また、調査内容を決定する際にも調査のねらいを明らかにすることが重要であり、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回避といった効果の検討も必要である。

なお、機能診断調査によって得た診断情報は、一元的に蓄積するとともに、次の段階の調査に向けて、既存施設がどのような状態であったか把握できるよう整理しておくことが重要である。

(2) 機能診断調査の手順

施設の機能診断調査は、効率的に施設の状態を把握する観点から

- a. 資料収集や施設管理者からの聞き取りによる事前調査、
- b. 遠隔目視による概略把握を行う現地踏査、
- c. 近接目視、計測、試験等により定量的な調査を行う現地踏査(定点調査)、

の3段階を基本とし、施設の重要度や水路形式ごとの主要な変状及び劣化特性を踏まえて、合理的に調査を実施する。

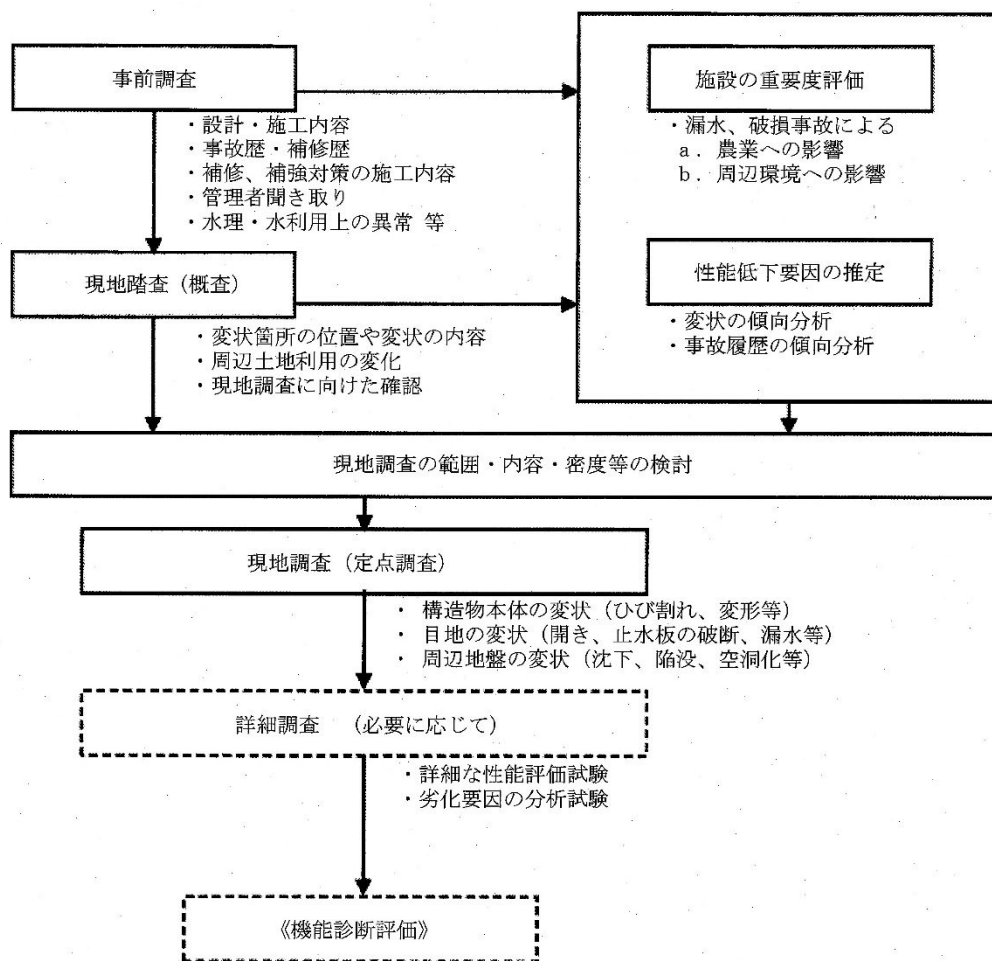


図-8.2.3 機能診断調査の実施フロー

表-8.2.3 事前調査で整理しておくことが望ましい情報

調査・整理項目		得られる情報	
竣工年	①供用年数	劣化の潜在的可能性	
	②適用基準等	設計当時の基準や使用材料の特性	
	③中性化の可能性	1978年に鉄筋被りと設計基準度について規定され、それ以降に造成された構造物は中性化が減少	
	④塩害・ASRの可能性	1986年「コンクリートの塩分総量・アル骨暫定対策通達」(国交省・運輸省)により、それ以降に造成された施設では塩害・ASRが減少	
設計内容	①鉄筋被り	被りが小さい場合、中性化や塩害を受けやすい	
	荷重条件	②自動車荷重	管理橋、道路に極端に接している水路等
		③自動車以外	流水による振動等の影響を受ける箇所
		④設計荷重以上の荷重	変形や曲げひび割れ、せん断ひび割れが生じやすい 設計当初より荷重が増えているかどうかを検証
		⑤極端な偏荷重の作用	構造物の変形・傾きの原因
	⑥部材条件	耐久性、耐荷性(許容応力等)	
施工内容	材料	①水セメント比	50%以下の場合、中性化・塩害を起こしやすい
		②海砂の使用の有無	塩害の直接的原因となる
		③反応性材料使用	ASRの直接的原因となる
	④施工記録(打込み順序等)	初期ひび割れ、初期欠陥の原因	
地域性	①施設の設置場所	塩害、中性化、凍害等の劣化要因を受けやすい場所	
供用環境	①南向き面の部材	寒冷地で南向きの部材は、表面が乾燥し内面が湿潤のままになると中性化や冷害を起こしやすい	
	②融雪剤・凍結防止剤の使用	年30回以上散布している地域では塩害を起こしやすい(ダムの天端、頭首工管理橋等で直接散布する箇所)	
	③接水時間が長い(常時)	セメント成分が溶出し、強度が低下する(風化)	
	土壌地盤	④腐食性土壌(泥炭等)	強酸性土壌では中性化を促進する
		⑤地下水位(高い)	凍害・ASRを促進させる 水圧による過荷重が発生しやすい
	水質	⑥硫黄分水質(温泉廃水)	コンクリートの化学的腐食が生じる
		⑦工場等の廃水の流入	同上
		⑧硬度が小さい(軟水)	酸化カルシウムが溶出し、風化を促進する
	摩擦条件	⑨高速流	流速7m/s以上では流水摩耗が生じる 急流工、落差工、断面急変箇所等
		⑩砂礫・転石の流下	頭首工やダムの放水施設で摩耗が生じやすい
事故歴補修歴	①事故の状態・原因	当該地点の変状・劣化の特性について把握する	
	②過去に地震被害を受けた	地震被害を受けやすい環境下にある	
	③補修・補強工法	補修・補強の効果	

※ ASR:アルカリ骨材反応

表-8.2.4 施設が置かれた環境と劣化要因との関連性（劣化要因判定表）

劣化要因	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	40年以上	○	○	○	○	○	○	○	◎						
	20～40年	△	△	△	△	△	△	○	○						
施工年	1986年以前		△	△											
	1978年以前	△													
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)地域		△	△	○					○					
	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海水の流入あり		○						◎						
材料	①水セメント比60%以上	○	○		○										
	②海砂の利用		◎												
	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					△		○						
	①設計荷重を大きく上回る荷重の負荷								◎				○		
	②極端な偏荷重が作用								◎						
③過去に地震被害を受けた									○		○		○		
摩耗条件	①射流の水路							○							
	②砂礫・転石の流下							○					○		

[関連性：高 ← ◎・○・△・なし → 低]

※1 無筋コンクリート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行・ASR対策について規定

農業水利施設の機能保全の手引き（平成 27 年 5 月）より

表-8.2.5 コンクリート構造物に関する共通調査事項

区分	調査項目	調査手法	記録手法
ひび割れ	ひび割れ最大幅	定量計測 (クラックスケール)	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	目視による有無、 打音調査	写真記録、図化
	剥離・剥落・スケーリング	目視による有無、 簡易計測 (デプスゲージ)	定量記録、写真記録、 図化
	ポップアウト	目視による有無	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	〃	〃
	変色	〃	〃
	摩耗・風化	目視による有無、 簡易計測 (デプスゲージ)	定量記録、写真記録、 図化
	漏水(痕跡)	目視による有無	写真記録、図化
鉄筋露出	〃	〃	
変形・ 歪み	目視による有無、簡易計測 (下げ振り、ポール、傾斜 計)	定量記録、写真記録、 図化	
圧縮強度	簡易計測 (リバウンドハン マ法、機械インピーダンス 法等)	定量記録、写真記録	
中性化	中性化深さ/中性化残り	ドリル法	〃
	鉄筋被り	設計図書の確認、 定量計測 (鉄筋探査)	定量記録、写真記録、 図化
目地の 劣化	目地の開き	目視による有無、簡易計測 (スケール)	〃
	段差	〃	〃
	止水板の破断	目視による有無	写真記録、図化
	漏水痕跡	〃	〃
	周縁コンクリートの欠損等	目視による有無、簡易計測 (スケール等)	定量記録、写真記録、 図化
地盤変形	背面土の空洞化	目視による有無、 打音調査	写真記録、図化
	不同沈下	目視による有無、 簡易計測 (スケール等)	定量記録、写真記録、 図化

※1 有無を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。

農業水利施設の機能保全の手引き (平成 27 年 5 月) より

8.3 機能診断評価

(1) 機能診断評価の基本的な考え方

機能診断評価は、機能保全計画を策定するために必要となる施設・設備の性能低下について、その状態と要因を把握するために実施する。また、施設・整備の状態から農業用排水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。

施設・設備の性能低下は供用期間中に生じた様々な要因によって進行しているため、それぞれの要因について進行性があるかどうかを含めて把握することが重要である。

構造機能に着目した農業用排水路の保全・更新要否の評価は、施設の設計供用期間を満足する性能の維持を照査する手法（数値評価手法）と、簡易的に経験的手法で評価する手法が存在するが、数値的評価による照査手法を既設の農業用排水路の保全・更新に適用する技術は、現時点において、十分な実証が得られていないため、経験的手法による評価を記載する。

なお、経験的手法による詳細な評価に関しては、『農業水利施設の機能保全の手引き』H27年5月（農林水産省農村振興局）を参考とする。

(2) 保全・更新要否の評価（経験的手法による評価）

構造機能に着目した農業用排水路の保全・更新要否の経験的手法による評価は、**図-8.1.1**に示すように、各種の調査結果と以下に示す各事項の検討結果をもとに、総合評価として判断を行う。

- ① 施設全体の保全または更新の必要性
 - a 改築及び更新の必要性
 - b 保全または緊急性の検討
- ② 補修・補強要否の判定

施設の健全度の評価は、機能診断調査の結果に基づいて、施設の性能低下に関係するそれぞれの要因についての評価区分を設定した施設状態評価表を用いて行う。複数の要因が影響している場合には、劣化を進行させる、より支配的な要因や、施設全体の機能に及ぼす影響を考慮して評価する。

基本的な評価項目と評価区分を共通化することとし、鉄筋コンクリート構造物の基本例として開水路の施設状態評価表として示されている。（**表-8.3.1** 参照）

表-8.3.1 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(測点等)							
施設の状況		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	主要因別評価	施設状態評価	
内部要因	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・魚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			S-3に該当するものが 全体的 又は 流水、噴水			
	ひび割れ付随物(析出物、錆汁、浮き)		無	/	② 有 注2)				
	ひび割れからの漏水		無	/	③ 滲出し、漏水跡、滴水 注2)				
	ひび割れ段差		無	/	有				
	ひび割れ以外の劣化	浮き		無	部分的	全体的			
		剝離・剝落		無	部分的	全体的			
		析出物(エフロッセス・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	/			
		摩擦・すりへり		細骨材露出	粗骨材露出	粗骨材剝落	/		
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		欠損・損傷の有無	無	局所的	全体的			
	不同沈下		構造物の沈下、蛇行	無	局所的	全体的			
	構造物自体の変状	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	構造物付随物の変状	目地の開き		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、厳しい腐食環境の場合に適用する。
- 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。
- 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。なお、今後、性能低下を進行させる、より支障的な要因や、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) 摩擦すりへの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。

8.4 補修・補強工法

8.4.1 補修工法

補修工法は、開水路の耐久性を回復または向上させる工法であり、補強工法は、開水路の構造的耐力（力学的安全性）を回復または向上させる工法である。

補修工法は、図-8.4.1に示すように、表面処理工法，ひび割れ補修工法，断面修復工法及び目地補修工法に大別される。表面処理工法は、表面被覆工法及び表面含浸工法に分類され、さらに、表面被覆工法は、無機系被覆工法，有機系被覆工法，パネル工法及びシート工法に区分される。

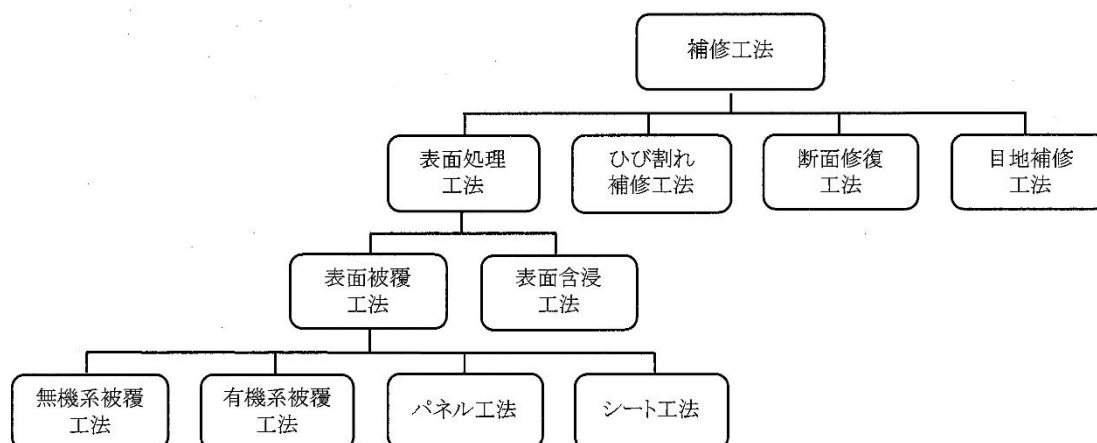


図-8.4.1 開水路補修工法の分類

(1) 無機系被覆工法

表面被覆工法のうち、無機系の材料を主な成分としてコンクリート構造物の表面を被覆する工法である。開水路補修工事では、表面被覆材として様々な配合のポリマーセメントモルタルが用いられる。

(2) 有機系被覆工法

表面被覆工法のうち、有機系樹脂を主な成分としてコンクリート構造物の表面を被覆する工法である。

(3) パネル工法

表面被覆工法のうち、特に被覆の構成要素の一つとしてパネルを設置することによりコンクリート構造物の表面を被覆する工法である。

(4) シート工法

表面被覆工法のうち、特に被覆の構成要素の一つとしてシートを設置することより、コンクリート構造物の表面を被覆する工法である。

(5) 表面含浸工法

表面含浸工法は、表面含浸材をコンクリート表面から含浸させ、コンクリート表層部の組織を改質し、所定の効果を発揮する機能を付与することでコンクリートの耐久性を回復又は向上させる工法であり、**図-8.4.2**に示すように、使用する表面含浸材の種類ごとに、シラン系表面含浸材を用いた表面含浸工、けい酸塩系含浸材を用いた表面含浸工、その他の表面含浸材を用いた表面含浸工に区分される。

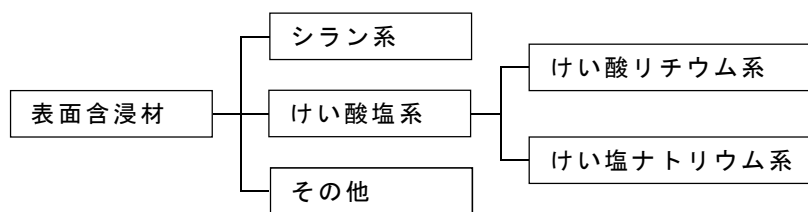


図-8.4.2 表面含浸材の分類

(6) ひび割れ補修工法

ひび割れ補修工法は、ひび割れを修復し、内部鉄筋の腐食やひび割れ周辺部コンクリート劣化進行を抑制する工法であり、ひび割れの発生原因と形状等を考慮して、適切な工法を選択する必要がある。

(7) 断面修復工法

断面修復工法は、ジャンカ及びコンクリートの劣化、内部鉄筋の腐食、その他の原因によって欠損しているコンクリート断面又は劣化因子を含むコンクリート部分を除去した後の断面を修復する工法である。

(8) 目地補修工法

開水路の目地補修工法は、目地材の劣化、脱落などにより漏水等を生じている目地を補修する工法であり、使用する材料や施工方法が異なる目地充填工法、目地被覆工法、目地成型ゴム挿入工法などがある。

目地充填工法は、目地補修としての施工実績が多い。充填材としては、伸縮性に優れる建築用の弾性シーリング材が多く使用されている。

目地被覆工法は、塗装方式、テープ（シート）貼付方式及びシート固定方式の3つの方式がある。

目地成型ゴム挿入工法は、既設目地をカット後、圧縮した状態で接着剤を塗布した成型ゴムを挿入し、接着剤で既設目地に接着する工法である。成型ゴムの伸縮により、既設水路の躯体の温度変化による挙動に追従するもので、比較的新しく開発された工法である。

8.4.2 補強工法

補強工法は、対象とする部材の耐力、施工上の制約条件や施工環境等を考慮して、設計・施工を行う必要がある。

補修工法は、図-8.4.3に示すように、接着工法、打換え工法及び増厚工法に区別される。



図-8.4.3 補強工法の分類

(1) 接着工法

鋼板・パネル接着工法は、コンクリート部材の主として引張応力作用面に鋼板あるいはパネルを取り付け、曲げ耐力とせん断耐力の向上を図る工法である。

連続繊維シート接着工法は、コンクリート部材の主として引張応力作用面に連続繊維を一方向あるいは二方向に配置して、シート状にした補強材を既設部材と接着、一体化させる事により、主に曲げ耐力の向上を図る工法である。

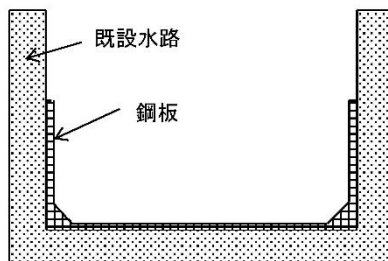


図-8.4.4 鋼板接着工法の例

(2) 打換え工法

打換え工法は、耐力の低下した部材を取り壊して、必要な耐力を有する部材を再構築する工法である。部材を撤去することで、構造物の安全性が低下するおそれがあるので、工事期間中、仮設部材等で安全性を確保する必要がある。

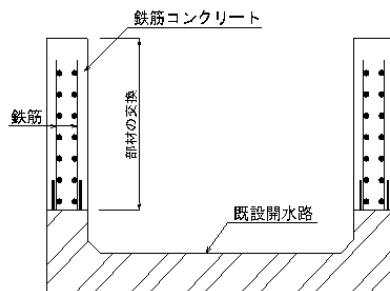


図-8.4.5 部分打換え工法の例

(3) 増厚工法の特徴

増厚工法は、既設コンクリートの表面にコンクリート、若しくは鉄筋コンクリートを接着一体化することにより、部材の断面を増加させて補強する工法である。増厚工法は水路の内空断面を縮小させるため、水理的な検討を十分行う必要がある。

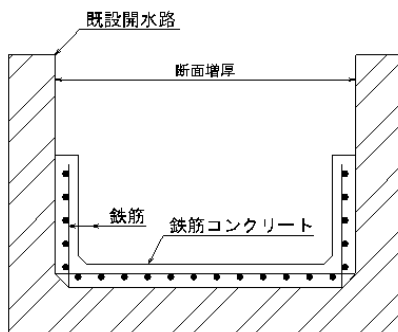


図-8.4.6 増厚工法の例

8.4.3 補修・補強材料

補修・補強に使用される材料は、工法や材料の特徴を十分に理解するとともに、劣化や損傷の原因等を考慮して下記の中から適切なものを選定するが、技術開発の進展は急速であり、新技術の導入も含め、所要の目的、耐久性、施工性、周辺環境、美観、経済性等を検討して、工法・材料を決定する。

表-8.4.1 補修・補強工法に使用される材料と主な機能並びに概要

	表面等の改質	被覆	ひび割れ注入	充填	打換え	引張性能改善※)	鉄筋代替	その他の用途
セメント系	—	○	◎	◎	◎	—	—	アンカー 定着材等
	<ul style="list-style-type: none"> セメント系材料は、被覆から打換えまで、汎用的な材料として広く用いられている。ポリマーセメントの場合、薄層となるほどポリマーの配合割合が高まる。 断面修復や打換えの場合、規模が小さい場合にはモルタル（ポリマーセメントモルタル）を、大きな場合にはコンクリートを使用する等使い分けが肝要である。同時に流動性等、施工性にも配慮する必要がある。 							
高分子系	○	◎	○	△	—	○	○	接着剤、 はっ水剤、 プライマー 等
	<ul style="list-style-type: none"> 高分子系材料は、各種接着剤、結合材、合成樹脂、ゴム、繊維として使用される。合成樹脂やゴムの場合、単体もしくはセメントと配合して用いられるが、大断面への適用例は少ない。 							
金属系	—	△	—	—	—	◎	◎	犠牲陽極 材、アンカ ー等
	<ul style="list-style-type: none"> 金属系材料は、鉄筋や鋼板等の引張補強材料として主に利用されるが、最近では犠牲陽極材等の特殊用途も増加している。 							
繊維系	—	○	—	—	—	◎	◎	はく落防止 材等
	<ul style="list-style-type: none"> 短繊維と連続繊維に大別される。短繊維はコンクリート（モルタル）中に混和して、主にその引張性能を改善するために利用される。連続繊維は FRP として引張補強材やはく落防止材として利用される。 							
その他	○	—	—	—	—	—	—	防錆材、 アルカリ 付与材等
	<ul style="list-style-type: none"> 補修・補強工事には上記のほかにも、種々の材料が利用されており、その主なものとして、浸透性防水剤、防せい材、浸透性固化材、浸透性アルカリ付与材、プライマーなどがある。 							

◎：よく使用される ○：使用される △：場合によっては使用される

—：使用されない

※) 引張強度、じん性能、伸び能力、ひび割れ拘束力、耐衝撃性等の増加

8.5 対策工法選定に当たっての留意事項

水路に適用する対策工法には様々なものがあり、実績が少なく信頼性に乏しいものもあることから、類似工法の実績などの情報を可能な限り加味する。また、経済性、耐用年数、仮設も含めた施工性、維持管理のしやすさなども十分吟味して適切な対策工法を選定する。

補修・補強対策の必要性があると判断された施設については、機能診断調査・評価により施設の性能低下の要因、程度を十分把握し、当該施設の構造安全性等の構造機能、通水性等の水理機能、送配水性等の水利用機能に応じ、これらの性能の回復、維持に適し、かつ施工可能な工法・材料を選定する。

水路に適用される補修・補強工法の選定にあたっての主な留意点を以下に示す。

- (1) 多様な劣化要因の存在
- (2) 文化的価値、景観の保全
- (3) 環境との調和への配慮
- (4) 新技術の適用

8.6 補修・補強に関する施設設計上の留意事項

農業用排水施設に対する補修・補強設計において、日常の点検作業も含めて補修・補強に関する施設設計上の留意事項を以下に示す。

- (1) 角落しとの適切な配置
本体やゲート等の施設の点検、補修等を念頭において適当な区間ごとに角落しを設けることを検討する。
- (2) 水替工に対する配慮
点検や補修時において水替の必要が想定される箇所に排水ピットを設けることを検討する。
- (3) 点検孔（マンホール）の配置
サイホンや暗渠部では点検、検査並びに清掃が必要となることから点検孔を設置することを検討する。
- (4) ウィープホール、継目に対する配慮
ウィープホールの流出口、目地材および止水板等の点検や補修の度合いが高い施設について、以下の対策を検討する。
 - a. 部品の交換性を高める
 - b. 耐久性の高い製品の選択
 - c. 代替工法の検討

8.7 関係機関との合意形成

調査結果に基づき選定した対策工法を基本に、関係者（土地改良区、関係行政機関等）の意向や意見を聴取するというプロセスを経て、対策工法を決定する必要がある。

対策を実施する上で複数の工法について比較検討する場合は、経済性評価に加え、工法の適用条件、技術的信頼性、施設管理者の意向等を総合的に勘案し、最適な工法を選択する。

関係機関等との調整プロセスにおいて、想定した工法以外の検討が必要と判断される場合には、工法比較の段階からの検討を再度行う必要がある。