

第6章 長寿命化対策後の施設のモニタリング

6.1 基本的事項

補修・補強などを実施した施設については、対策工法に期待した効果が持続的に発現しているか、施設の再劣化の進行性等を把握することを目的に、継続的にモニタリング調査を行う。

【解説】

(1) コンクリート開水路の補修・補強工事に関する現状

コンクリート開水路の補修・補強の材料・工法は多種多様にあり、各々の長所・短所や対策工法が持続的に効果を発揮するかについては、明らかにされていない。

また、補修後比較的早期に変状が発生した事例に対して、その要因が材料、設計、施工、環境条件のどの要因に起因するものなのか十分明らかにされていない。加えて、早期変状に対する調査、評価手法も十分に確立されておらず、再劣化した補修・補強工法に対する対策方法についても開発途上の段階にある。

(2) モニタリング調査の目的

長寿命化対策後の施設のモニタリング調査の目的は以下の2つである。

- ・対策工法の効果検証、性能照査手法や工法選定などの設計手法へのフィードバック
- ・個別施設の再対策の要否検討（要否判定基準の整理）のための技術情報の収集

(3) モニタリング調査の流れ

モニタリング調査には、変状の発生状況とその進行性などを把握するために継続的に調査・計測する基本調査と、変状の要因究明や母材変状の進展への影響を確認する際に実施する詳細調査がある。

基本調査は、長寿命化対策後の5年間毎年実施し、その後は施設のモニタリング調査計画に従って定期的な実施することを標準とする。また、基本調査は、目視と打音調査により実施し、必要に応じて定量的な調査を実施する。

詳細調査は、基本調査の結果を踏まえて調査の必要性、項目を検討した上で実施する。調査内容については、対策工法や発生変状の種類、程度に応じて、モニタリング調査計画を個別に検討する。なお、詳細調査の実施の判断や具体の調査方法の検討に当たっては、必要に応じて学識経験者に意見を求めることが望ましい。

モニタリング調査の流れを図 6. 1-1 に示す。

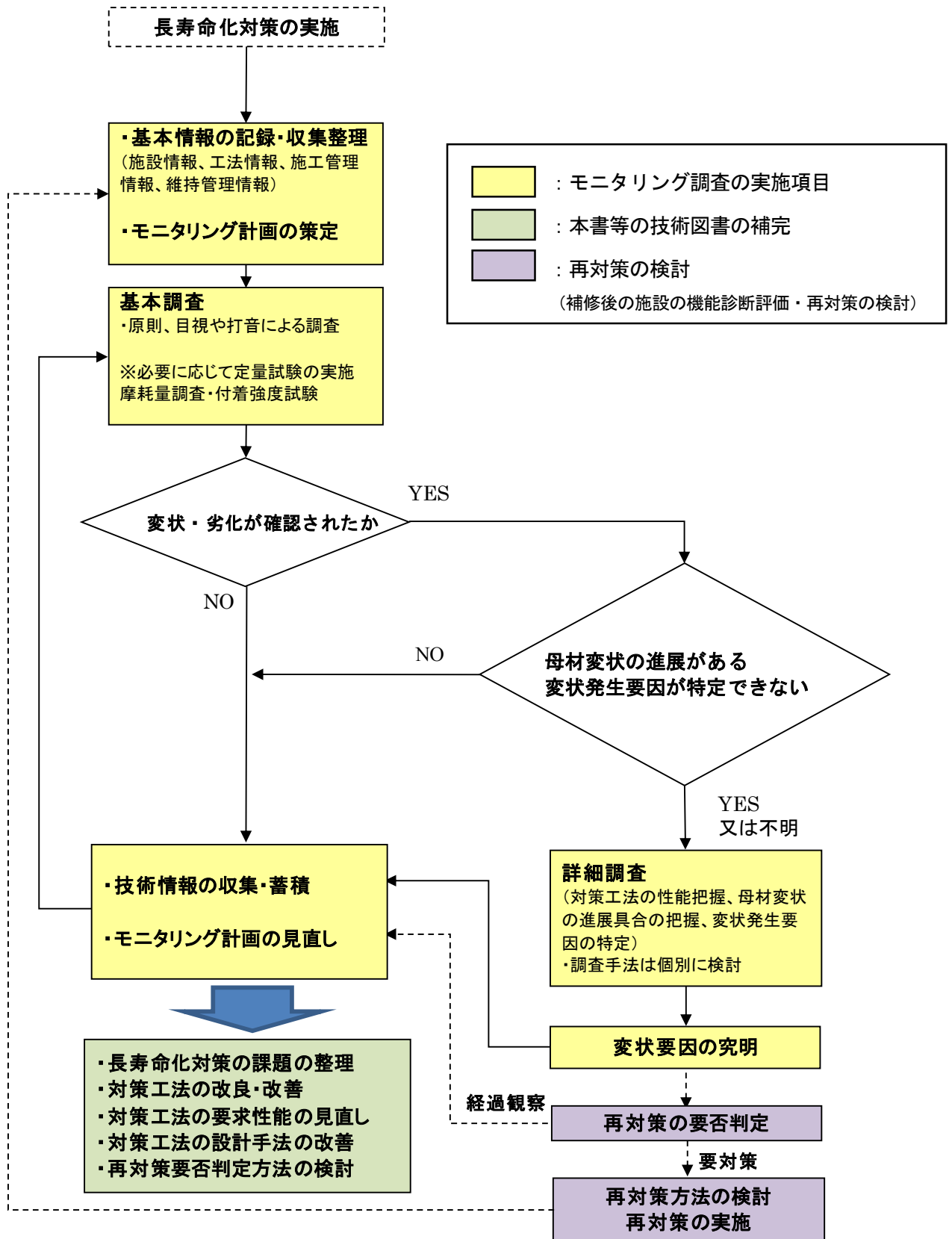


図 6. 1-1 モニタリング調査フロー図

(4) 対象範囲

補修・補強後のコンクリート開水路を対象とし、定点を設定しモニタリング調査を実施する。

定点を設ける際は、対象施設を現地踏査し、水路形式や断面形状などの施設構造形式、対策工法の要求性能や設計条件、施工業者、対策工法の種類、補修施設の変状の程度に着目し、これらの条件が類似した施設状態を代表する標準的な区間及び、変状の著しい区間を最低1スパン選定する。

なお、定点の設定理由や施設全体の状態などが分かるように、現地踏査で確認した変状の位置や特記事項、定点調査箇所などを平面縦断図や展開図に記録する。

(5) 調査時期

モニタリング調査項目の内容に適した時期を選定する。

- ・通水性、止水性：かんがい期（通水期間）
- ・上記以外の性能：非かんがい期（通水停止期間）

また、コンクリート構造物は寒暖差により膨張・収縮するため、前回実施した調査月日・調査時の気温にも留意する必要がある。

特に、ひび割れが発生している場合、温度変化による伸縮の影響は拘束条件の緩やかなひび割れ部分に集まり、ひび割れ幅が変動し、かつその変動幅は施設の使用環境条件に応じて異なる。そのため、ひび割れの進行性を確認するためには、前回測定時と同じ気象・通水条件の下で継続的に測定することが望ましい。また、当該施設の温度変化によるひび割れ幅の変動量を測定することにより、調査時の温度条件を踏まえたひび割れ幅の補正が可能となり、より効率的に調査を行うことが可能となる。

(6) 調査頻度

初期欠陥や初期値の確認、変状の進行性などを確認するため、対策後、5年間は毎年モニタリング調査（基本調査）を実施する。それ以降のモニタリング調査の時期は、原則として5年に1回の頻度とし、対策後5年目の変状の進行状況等を勘案して決定する。

(7) 着目すべき変状の状態

補修工法に生じる変状の形態や想定される発生要因は、工法の使用材料の特性によって異なることが考えられる。既往の補修事例等の情報から、対策工法毎に想定される変状形態と発生要因について表6.1-2、3のとおり整理した。モニタリング調査や変状の発生要因の検討の際の参考にする。

なお、調査やデータ蓄積の精度を高めるため、補修工法の主材料に現れる変状の種類と用語を表6.1-1のとおり定義付ける。

調査に当たっては、母材の変状と関連した変状の発生のほかに、外的要因により発生する変状も想定されることから周辺状況の変化にも注意を払う必要がある。表面被覆工法においては、断面修復材と表面被覆材の境界など、異種材料の境界部に浮きが発生しやすい。また、施工前の事前処理や施工時の温度管理などの施工管理が十分に実施されていない施設において変状が顕著に発生していることがこれまでの調査結果から確認されていることに留意して調査及び変状発生要因の検討を行う。

表 6.1-1 補修工法に発生する主な変状

補修工法発生変状	変状の状態	変状が発生しやすいと想定される補修材料	補修工法の性能に及ぼす変状の影響
ひび割れ	材料表面に生じた割れ目のことで、材料の亀裂までには達していない状態。	無機系塗布材、パネル・シート材、無機・有機系目地やひび割れ補修材、ゴム・テープ材	割れ目より劣化因子が侵入し、付着性や耐久性が低下する
亀裂	材料に裂け目がある状態、若しくは貫通ひび割れのこと。	無機・有機系塗布材、パネル・シート材、テープ材	割れ目より劣化因子が侵入し、付着性や耐久性が低下する 剥離・剥落へ繋がる 母材への劣化因子の侵入
摩耗	流水中の砂や礫などによる摩擦や材料成分の溶脱により、材料表面が削られたり、消失すること。	無機系塗布材、パネル・シート材	中性化抑止性や通水性、耐久性の低下
浮き	材料と母材との付着性が損なわれている状態。	無機・有機系塗布材、パネル・シート材、無機・有機系目地やひび割れ補修材、ゴム・テープ材	付着性の低下 剥離・剥落へ繋がる
膨れ	背面からの外力等により、材料が盛り上がり膨らんだ状態。	有機系塗布材、テープ材	付着性や耐久性の低下 剥離・剥落へ繋がる
剥離・剥落	浮き・膨れの状態にあった材料が何らかの要因で母材から剥がれる状態が剥離。 材料が母材から完全に剥がれた状態が剥落。	無機・有機系塗布材、パネル・シート材、テープ材	母材への劣化因子の侵入
欠損	衝撃等の外力や劣化などにより、材料の一部が欠けて無くなった状態。	無機系塗布材、パネル・シート材、無機・有機系目地やひび割れ補修材、ゴム材	欠損箇所より劣化因子が侵入し、耐久性が低下 剥離・剥落へ繋がる 母材への劣化因子の侵入
錆・腐食	空気や湿気などの作用で鉄筋表面に生じる酸化物や炭酸塩などの皮膜。	鉄筋を使用している補修工法	耐久性や耐荷力の低下
皺（しわ）	材料の表面にできる細かい節目。	シート材	耐久性や通水性の低下
硬化	紫外線の劣化等に伴い材料が硬化すること。	ゴム材、有機系材料	付着性や耐久性の低下 伸縮追従性や止水性の低下

※これまで確認された発生変状を踏まえて整理したものであり、これ以外の変状も起こり得る。

モニタリング調査の結果を踏まえて必要に応じて内容を修正、発生変状の追加を行う。

表 6.1-2 表面被覆工法・断面修復工法に想定される変状形態と発生要因

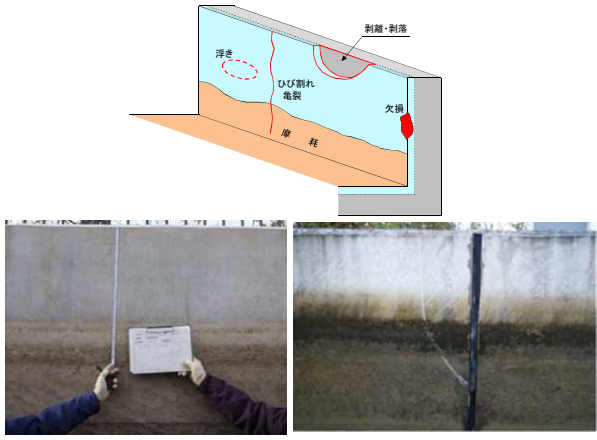
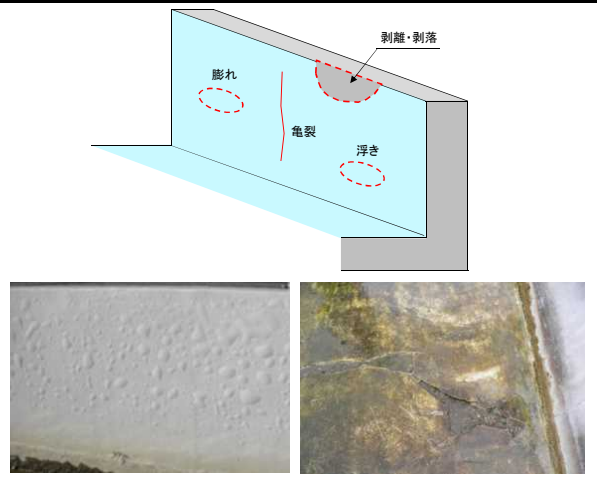
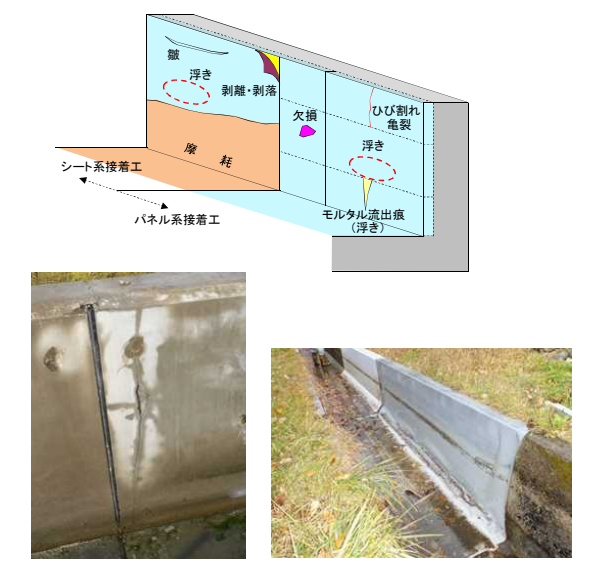

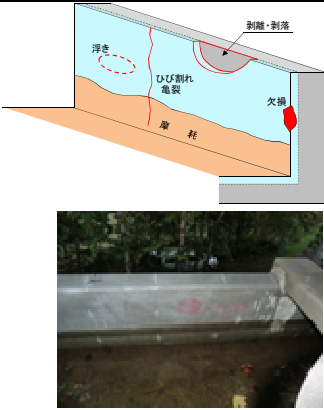
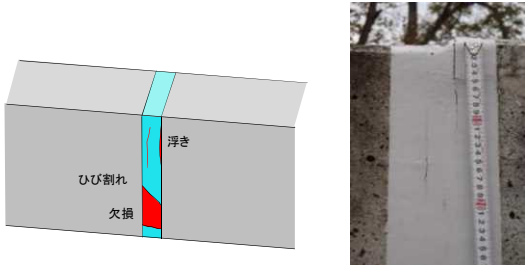
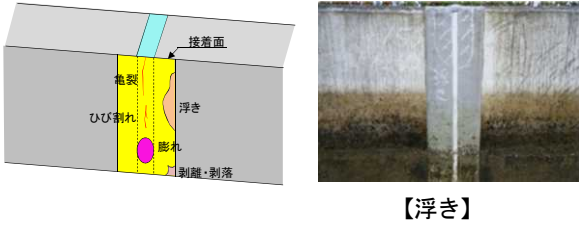
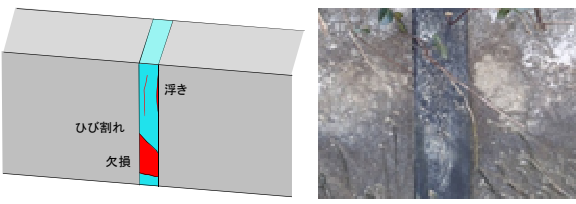
工法	主な変状	想定される要因	変状発生イメージ図・変状写真	
表面被覆工法・断面修復工法	無機系被覆工法	ひび割れ	母材コンクリートの挙動、凍害、乾燥収縮	 <p>【左:乾燥収縮ひび割れ、右:浮き】</p>
		浮き	接着不良、母材と補修材料の熱膨張率の差、乾燥収縮	
		摩耗	流水・流砂、表面からのCa成分溶脱	
		劣化因子の侵入	表面被覆効果の低下	
	有機系被覆工法	膨れ	接着不良、施工時の空気の巻き込み、地下水浸透、湿潤面の施工による水分の気化	 <p>【左:膨れ、右:亀裂と欠損】</p>
		ひび割れ	紫外線等による劣化、母材コンクリートの挙動	
		変色	紫外線等による劣化、苔や微生物の付着	
		劣化因子の侵入	表面被覆効果の低下	
	パネル工法	浮き	パネルのそり・たわみ、裏込め材の未充填・収縮・隙間からの流出	 <p>【左:亀裂(無機系パネル)、右:全体的な浮き・剥離(シート)】</p>
		ひび割れ	母材コンクリートの挙動	
		劣化因子の侵入	表面被覆効果の低下	
	シート工法	浮き	接着不良	
剥離・剥落		浮きの進行、材料の劣化の進行		
皺		施工不良等		

表 6.1-3 表面含浸工法・目地補修工法に想定される変状形態と発生要因

工法		主な変状	想定される要因	変状発生イメージ図・変状写真
表面含浸工法		水分の浸透抑制効果の減少	表面からの成分溶脱、化学的な分解	 <p>【浮き】</p>
		劣化因子の侵入	表面からの成分溶脱、化学的な分解	
		摩耗	流水・流砂、表面からの成分溶脱	
目地補修工法	充填工法	充填材の離脱、母材との付着切れ（剥離）、ひび割れ	充填材の劣化による離脱、背面からの水圧による母材コンクリートとの付着切れ、目地の伸縮によるひび割れなど	 <p>【亀裂】</p>
	被覆工法	シート・テープの浮き、剥離、ひび割れ	目地の伸縮や接着材劣化、シート強度不足によるシート・テープ材の浮きや剥離、ひび割れ	 <p>【浮き】</p>
	成形ゴム挿入工法	成形ゴムの離脱、母材との付着切れ（剥離）	ゴムの経年劣化や背面からの水圧、目地の伸縮等による成形ゴムの離脱、母材コンクリートとの付着切れ	 <p>【ひび割れ】</p>

(8) モニタリング調査の留意事項

当該工法の開発業者に変状の発生要因や工法の性能状態などについて見解を聴取することは、変状の発生要因の特定だけでなく、対策工法の改善にもつながり有効である。必要に応じて、モニタリング調査に同行してもらうことも検討する。

調査に当たっては、原則、断水・排水して水路内の残水を極力排除して、天端部・底版部・側壁部・外面側壁部（補修している場合）などの対策した部位を全て対象に行う。また、調査箇所はブラシや高圧洗浄機などにより苔や泥を除去し、表面を洗浄にした上で調査する。

6. 2 基本情報の記録・収集・整理

長寿命化対策の実施段階においては、対策前の施設状態に関する情報、対策工法の要求性能の設定や選定に関する設計情報、対策工法の特徴や性能などの工法情報、施工時の状況や施工管理結果の施工情報を記録、保存することを基本とする。これらの情報がない場合は、担当者や施設管理者へのヒアリングを行い収集する。

また、対策実施後の維持管理情報についても、同様に収集・整理する。

【解説】

長寿命化対策の実施段階においては、対策前の施設情報、対策工法の選定や工法性能に関する工法情報、施工時の状況や施工管理結果などの施工情報を記録し、整理する。

また、モニタリング調査実施前に施設管理者に現況施設の通水条件や施設変状の有無、維持管理上の課題について聞き取り調査を行い、整理する。

これらの基本情報をモニタリング調査の計画立案や対策後の施設の発生変状の要因評価の際に活用する。

基本情報が記録、保存されていない場合は、関係機関（施設管理者等）や対策工事時の担当者に関き取り調査（ヒアリング）を実施し、情報を収集する。

収集すべき基本情報とその収集・整理目的について表 6.2-2 に示す。

【参考】 対策工法の要求性能と性能照査（品質規格値）の規定状況

補修・補強マニュアル（開水路補修編）において整理されている対策工法の要求性能と性能照査（品質規格値）の規定状況を表 6.2-1 に示す。各工法の所要性能を踏まえた上でモニタリング調査計画を立案するとともに、その性能低下状況や対策の要否を評価する。

表 6.2-1 対策工法別の基本的性能と個別的性能

		補修工法										
		表面被覆工法						表面含浸工法	ひび割れ補修工法		断面修復工法	目地補修工法
		無機系	有機系	パネル		シート			無機系	有機系		
				接着方式	アンカー固定方式	ライニング工法	シートFRP工法					
要求性能・品質規格値の有無		○	○	○	○	○	○		○	○	○	○
要求性能項目												
構造機能	中性化抑制性	○	—	—	—	—	—	△	—	—	□	—
	耐候性	—	○	○	○	—	○	△	—	—	—	○
	付着性	○	○	○	○	○	○	△	○	○	○	○
	耐摩耗性	○	○	○	○	○	○	△	—	—	□	—
	一体化性	○	—	—	—	—	—	△	—	—	○	—
	寸法安定性	○	—	—	—	—	—	△	—	—	○	—
	耐凍害性	□	—	—	—	—	□	△	—	—	□	—
機水能理	ひび割れ追従性	—	○	—	—	—	○	△	—	○	—	—
	通水性	□	□	□	□	□	□	△	—	—	—	—
	止水性	—	—	—	—	—	—	△	—	—	—	○

○：基本的性能：標準的な工事に共通して求められる性能

□：個別的な性能：施工条件や環境条件に応じて個々の工事の個別的に求められる性能

—：十分性能が確保できているため性能照査が省略できるものor工法に期待できない性能or必要な性能ではあるが性能照査手法が未確立のもの

表 6.2-2 モニタリング調査に係る基本情報の収集・整理事項

情報項目		整理目的
施設情報	基本情報	都道府県名、水路形式、施設名、施設の経過年数など
	モニタリング対象区間の基本情報	供用開始年、構造形式、設計水深、目地間隔、計画最大通水量、灌漑期・非灌漑期の平均水深など
		地域劣化特性、地下水位などの水分供給状況、日当たり、周辺外部環境の状況、流下物や水質の状況
	モニタリング対象区間の既設構造物の劣化状況	主な劣化変状、主な劣化要因
ひび割れや剥離などの状況、鉄筋露出や錆汁の有無		
コンクリート圧縮強度、中性化深さ、鉄筋かぶり深さ、目地の変状		
工法情報	基本情報	対策工法名、工法に求める性能、工法選定理由（補修目的）
		対策工法の特徴や使用材料、品質試験結果（品質管理項目、試験方法、結果）
施工情報	基本情報	施工期間（工期）、施工延長、施工期間中の主な天候
	下地処理	洗浄方法、母材の付着強度
	仮設	仮囲いや水替えの有無
	他の補修工法の併用	止水・導水処理工、ひび割れ補修工、断面修復工の有無
	各工程の実施状況	使用材料、施工時の環境条件、施工者、施工量（被覆厚）、養生方法など
	施工管理	被覆材の付着強度、被覆厚さ、外観など
維持管理情報	維持管理情報	施設を管理している際に発見した施設、及びその周辺の異常・変状など