

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)

[ポンプ場編]

平成30年3月

農業水利施設の機能保全に関する調査計画の参考資料（ポンプ場編）

目 次

5. ポンプ場	ポンプ場ー 1
5.1 ポンプ場の構成と特徴	ポンプ場ー 1
5.1.1 本資料の位置付け	ポンプ場ー 1
5.1.2 ポンプ場の構成要素	ポンプ場ー 1
5.1.3 ポンプ場の機能と性能	ポンプ場ー 3
5.2 調査	ポンプ場ー 4
5.2.1 調査の手順	ポンプ場ー 4
5.2.2 事前調査（既存資料の収集整理等）	ポンプ場ー 6
5.2.3 現地踏査（巡回目視）	ポンプ場ー12
5.2.4 現地調査（近接目視と計測）	ポンプ場ー21
5.3 機能診断評価	ポンプ場ー54
5.3.1 評価の手順	ポンプ場ー54
5.3.2 機能診断評価の方法	ポンプ場ー55
5.3.3 施設状態評価に基づく健全度評価	ポンプ場ー55
5.3.4 機能診断評価	ポンプ場ー57
5.4 専門的調査	ポンプ場ー59
5.4.1 専門的調査への移行	ポンプ場ー59

5. ポンプ場

5.1 ポンプ場の構成と特徴

ポンプ場は、揚水、加圧、排水などのため、ポンプ設備、建屋の他に、目的によって、取水施設、吸・吐水槽、取付水路、付帯設備など様々な施設で構成されている。

ポンプ場の性能評価は、構成施設単体の他、コンクリート構造物とポンプやゲートなどの機械設備とが一体構造となっているため、コンクリート構造物の変状・劣化が機械・電気設備の性能に影響を与えていないかという点にも着目する必要がある。

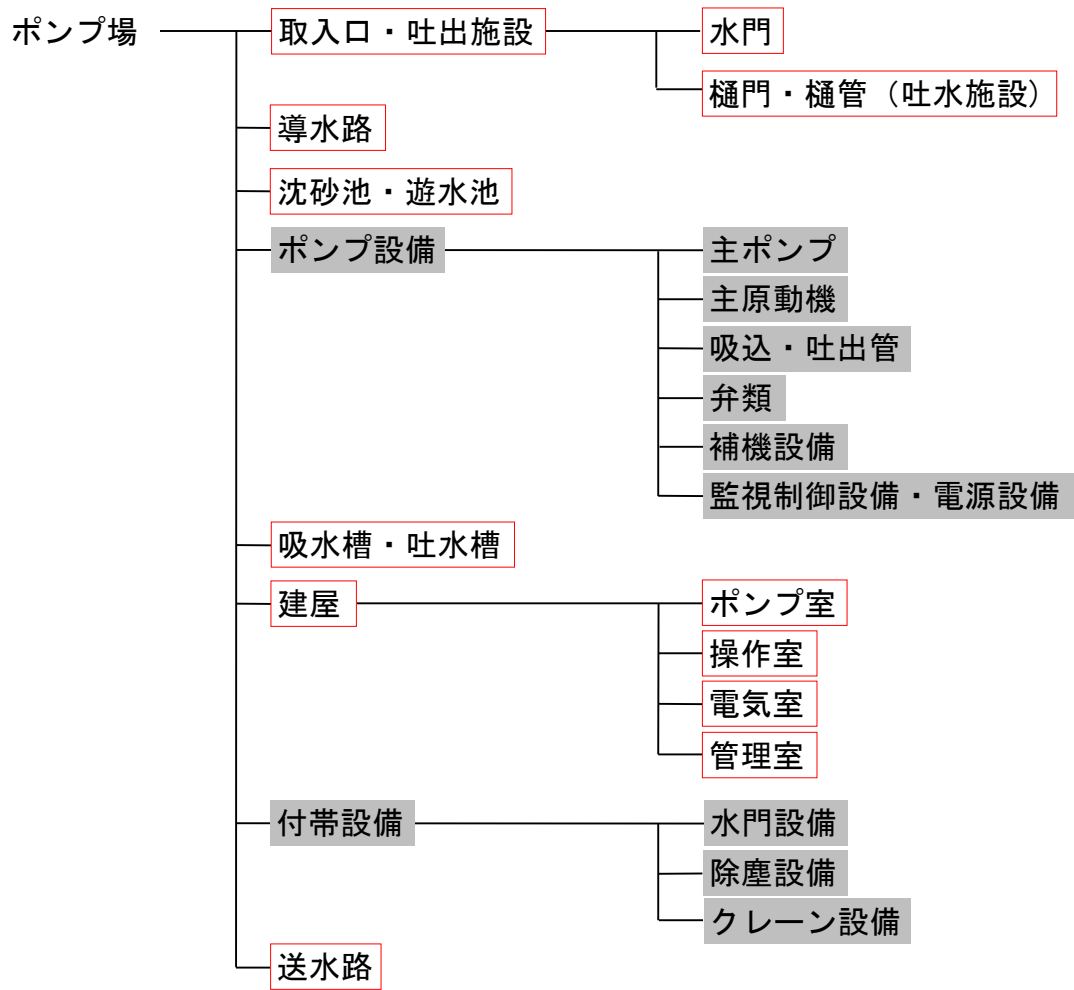
【解説】

5.1.1 本資料の位置付け

本資料では、農業水利施設のストックマネジメントのうち、現場での機能診断調査に関する理論及び技術を取りまとめるものである。なお、現地での調査着手前の事前調査、調査結果に基づく機能保全対策の検討については、「計画編」に示す。

5.1.2 ポンプ場の構成要素

ポンプ場は、図-5.1.1 に示すとおり、取入口・吐出施設、導水路、沈砂池・遊水池、吸水槽・吐水槽、建屋、送水路、ポンプ設備、付帯設備、制御設備等から構成され、河川や貯水池、水路などから必要な農業用水を用水路に引き入れる、あるいは加圧してパイプラインにより所定の場所に圧送する目的で設置される用水機場と、農地を洪水被害から守る目的で設置される排水機場の総称である。



 : 本マニュアルの適用範囲

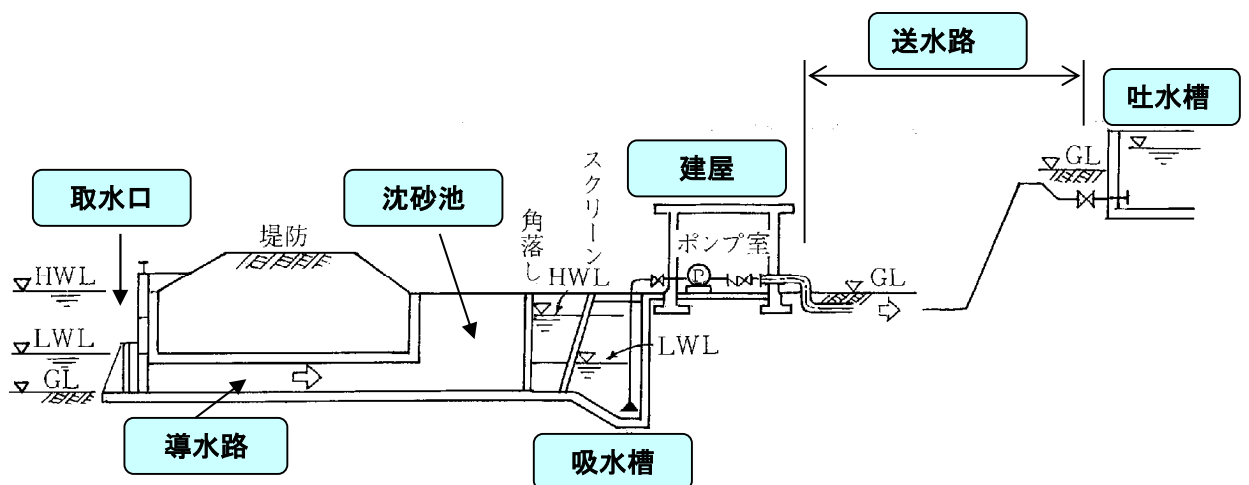


図-5.1.1 ポンプ場の構成要素

5.1.3 ポンプ場の機能と性能

ポンプ場の機能には、表-5.1.1 に示すとおり、本来的機能として水利用機能、水理機能、構造機能がある。また、河川に設置される構造物であることから、河川流水を安全に流下させる必要があることや故障等におけるリスクなどに対して農業水利施設全体に求められる安全性・信頼性等といった社会的機能がある。また、ポンプ場は河川や貯水池などに隣接し、樋門・樋管のようにその一部は河川工作物として造成される場合が多いので、このような施設は、治水面に与える構造機能の劣化に留意する必要がある。

なお、堆砂、ゴミ、雑草などを原因とした通水障害などのように、構造機能に帰結しない性能の低下は必要に応じ別途検討する。

表-5.1.1 ポンプ場の機能と性能の種類の例

機 能		性能の例	指標の例
本来的機能	1) 水利用機能	水管理性能	揚水量
		水位・流量制御性能	水位の管理制御状況、施設機械設備の操作状況
		需給調整性能	施設機械設備との連携
		付加的性能	地域用水
	2) 水理機能	樋函、吸水槽、吐水槽の通水性	吸水位、吐水位
		樋門の取水性能（揚水機場の場合）	最低取水位
	3) 構造機能	力学的安全性（耐荷性）	ひび割れ、たわみ量（変形）
		耐久性	摩耗量、鉄筋腐食量、建屋の防水性
		安定性	不同沈下、樋管の抜け上がり、周辺地盤の沈下
	社会的機能	安全性・信頼性	故障等履歴（率・件数）、補修履歴、耐震性、安全施設の状況
		維持管理性	管理体制の状況
		経済性	建設費、維持管理経費
		環境性	騒音、振動、自然環境、景観、歴史的価値

機 能：目的又は要求に応じて施設が果たすべき役割、働き、行為のこと。

性 能：施設が果たすべき役割（施設の機能）を遂行する能力のこと。

水利用機能¹⁾：用水機場では、必要なときに、必要な量を、必要な高さへ確実に送水し利用する機能。排水機場では、農地排水を受益地から排水先まで速やかに安全に通水する機能。

水理機能¹⁾：ポンプ場では、設計流量をを安定した状態で流送する機能。

構造機能¹⁾：構造物の形態を保持する機能。

社会的機能²⁾：第三者や地域社会が求める施設の安全性・信頼性及び環境に関する機能。

参考文献・資料

1) 農業水利施設のコンクリート構造物調査・評価・対策工法選定マニュアル

2) 平成 20 年度性能規定化技術検討委託事業(水利システム分科会検討編) 報告書

5.2 調査

施設状態の経年的変化を把握し、かつ調査時における施設の健全度を評価するために、現地調査を実施する。調査の実施にあたっては、本編の他、「Ⅰ.計画編 2.機能診断調査」を参考とする。

5.2.1 調査の手順

調査は、既往の資料や設計・施工図書、施設管理者からの聞き取りなどの事前調査、及び施設の状態の概略把握を行うための現地踏査を予め実施し、これらによって得られる情報を基に、現地調査の調査地点の選定や調査方法、及び性能要因を検討し、効率的に現地調査を実施する。

【解説】

事前調査、現地踏査、現地調査は以下の手順で実施する。なお、本資料では実際に現地で行う調査（現地踏査・現地調査）及び調査結果を用いた健全度評価について適用するものである。事前調査の実施にあたっては、「Ⅰ.計画編 2.3 事前調査」を適用する。

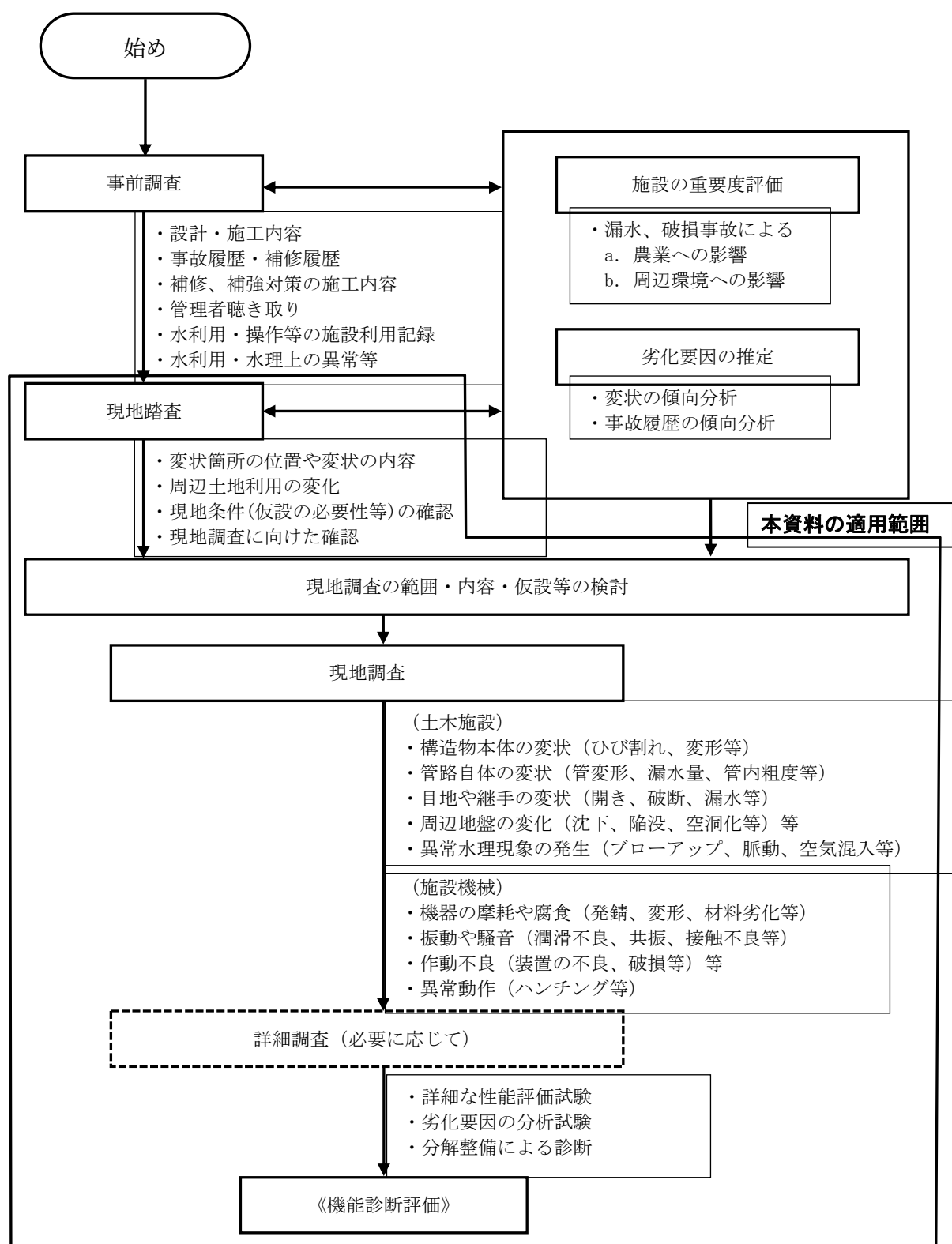


図-5.2.1 調査の手順

5.2.2 事前調査（既存資料の収集整理等）

事前調査では、現地踏査・現地調査の実地方法を検討するために必要な基本情報を収集する。具体的には、施設の設計諸元、図面・過去の診断履歴、故障等履歴、地域特性等の既存資料の収集と施設管理者からの聞き取り等を行う。

【解説】

事前調査は、施設の概要と問題点を把握して機能診断評価を効率的に実施するとともに、施設の立地条件を参考に、個別の劣化現象の可能性を評価する目的で実施する。

施設管理者（土地改良区等の担当者）への聞き取りに当たっては、対象施設毎に日常点検（問診）票を準備し、問診票の項目に従って、施設の現況を把握する。また、現地踏査及び現地調査の実施についてのアドバイスについても施設管理者から受ける。

問診調査等と併せて、農業水利ストック情報データベースを活用し、施設基本情報や補修等履歴、既往の機能診断結果を参考にする。

【資料の収集】



〇〇揚水機場
出来高図面
維持管理記録
等



【施設の変状の確認】



外壁



屋根



沈砂池

図-5.2.2 施設管理者への聞き取り事例

(1) 当初の設計、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、頭首工の設計図書(設計図、業務報告書)、完成図書(竣工図、施工履歴等)、地形・地質データや当初の設計基準、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とともに、必要に応じて、構造物の設計者、使用者や管理者、施工者に対して聴き取り調査を行う。

主な調査項目は次のとおりである。

(1.1) ポンプ場の名称、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。

(1.2) 竣工年月

設計図書または竣工図面などから竣工年月（施工時期）を調査する必要がある。劣化現象は経年的に進行する場合もあることから、竣工年月（施工時期）に関する情報は、竣工後の時間の経過を踏まえた劣化現象の原因の把握、今後の予測などを行う上での基礎的資料となる。また、施工当時の各種基準、材料特性などを把握することができ、それ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。

(1.3) 設計内容

設計図、業務報告書、完成図書等の設計図書から構造物の用途・規模・構造等、当初の設計条件、荷重条件、地盤条件、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で把握した現在の施設の状況や調査結果と当初の設計条件を比較することにより、設計条件との違いが明らかになり、それにより劣化要因を想定することが可能となる。

(1.4) 施工内容

コンクリート使用材料・配合、施工記録等を分析することにより、材料、施工に起因した劣化要因の推定が行える。

1) コンクリート使用材料・配合

コンクリートの品質が低いと変状につながるが多くなることから、コンクリートの配合報告書等を収集し、使用材料、配合の内容を調査しておく。コンクリートの使用材料の調査内容としては、表-5.2.1のとおり整理される。

表-5.2.1 コンクリート使用材料の調査

材料	調査項目例
セメント	種類及び銘柄、物理・化学試験成績表
骨材	種類、産地、岩種、岩質、粒度分布、密度、吸水率、不純物（粘土塊、有機不純物、塩分、洗い試験で失われるもの）、アルカリ骨材反応
混和材料	種類及び銘柄、試験成績表、標準使用量
水	種類、水質試験表

コンクリートのひび割れ調査、補修・補強指針-2009-((社)日本コンクリート工学会) P.19 より抜粋

2) 施工記録

施工記録については、調査可能な範囲においてコンクリートの練混ぜ時間、運搬時間、待ち時間、打込み時間、打込み量、打込み方法、打込み方向、打込み順序、締固め方法、仕上げ方法、養生方法などを調査する。

3) 各種試験記録

試験記録等により、調査可能な範囲において、スランプ、空気量、1週・4週圧縮強度、塩分濃度等を調査する。

(1.5) 維持管理内容

施設機械整備の劣化は施設の維持管理内容や頻度に大きく影響されるため、維持管理内容、頻度、保守整備費等の情報を収集する。

(2) 事故等履歴・補修履歴の収集整理

(2.1) コンクリート施設

施設の破損や補修の履歴の調査については、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、縦断図に記入する等して整理した上で、範囲ごとの変状の特徴等分析を行う。

事故・故障履歴、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となる。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、これらに関する資料整理も重要である。

(2.2) 施設機械整備

設備を良好な状態に維持し、適切な整備・補修方法を選定するためには、設備の故障や整備・補修の履歴を所定の様式により記録し、設備の機能・性能がどのような状態にあるかを絶えず把握しておく「履歴管理」が重要である。

整備・補修の履歴は、設備の機能状態、劣化状態等を定量的に把握するための基礎資料として可能な限り詳細に記録しておくことが望ましい。これらのデータの変化や推移をみることで以上の予兆をいち早く発見するのにも有効活用できる。

履歴管理に必要な項目と内容については表-5.2.2に示す。

表-5.2.2 履歴管理に必要な項目と内容

項 目	内 容
点検・保守記録	日常、定期、臨時点検結果、外部委託の場合に要した費用
整備・補修記録	整備・補修内容、整備・補修年月日、補修交換部品等名称、 整備・補修に要した費用
故障・修理記録	故障部位、故障内容、故障原因、故障発生年月日、修理処置内容、 交換部品等名称、修理年月日、修理に要した費用
運転記録	運転時間（総運転時間、年平均運転時間、年毎運転時間等）

(3) 補修・補強対策の設計、施工内容に関する資料の収集整理

施設造成後、補修・補強対策が行われた施設・設備の場合は、当初の設計・施工内容にかかる資料収集に加え、その後の補修・補強対策の実施に関する資料を収集整理することが重要である。

ポンプ場の機能保全対策では様々な工法が実施されており、それらの工法をとることによってどのような機能及び性能を確保しようとしていたのかといった情報を収集するとともに、これらの機能保全対策における性能の確認のための指標や調査手法について、予め検討しておくことが重要である。

(4) 地域特性に係る資料の収集整理

地域特性による劣化要因としては、コンクリート施設における塩害、アルカリ骨材反応、凍害があげられる。対象施設の位置する地域の気象データや使用骨材の試験成績書等を収集したうえで、これらの要因が該当する可能性の高い地域区分を示す図表と照らし合わせることで、地域特性による性能低下の要因を推定することが可能となる。

さらに、水質や流下する塵芥物の多少など地域特性や当該施設の設置されている箇所の環境を把握しておくことも重要である。

(5) 施設管理者に対する問診事項及び取りまとめ方法

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聴き取ることを基本とするが、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、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箇所では、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。

施設管理者への聞き取りは、通常は、表-5.2.3 に示すような日常点検（問診）票に施設管理者が定期的に記入し、それらの日常点検（問診）票を機能診断調査の実施者が収集する。

(6) 施設情報の図化

過去のひび割れ状況等、現地踏査・現地調査に必要な情報は、平面図・縦断図、展開図等に記載し整理することが望ましい。なお、情報の図化に当たっては、写真や農地地図情報（GIS）の活用も有効である。

表-5.2.3 ポンプ場の日常点検（問診）票（記載例）

該当する番号に○印をつける

整理番号	031		調査年月日	平成○年△月□日
地区名	R 沿岸地区		記入者	〇〇コンサルタンツ(株)
施設名	T 揚水（用水）機場			
項目	異常の有無、内容※ ¹			異常箇所※ ²
構造上の変状	建屋	柱梁	1. 異常有り ①変形・歪みが見られる ②ひび割れ・変色・劣化が発達している ③その他の異常が見られる（ ） 2. 異常無し 【特記】	・室内の柱部分
		壁天井屋根	1. 異常有り ①ひび割れ・変色・劣化が全面的に発達している ②ひび割れ・変色・劣化が部分的に発達している ③漏水箇所がある（防水性の低下） ④その他の異常が見られる（ ） 2. 異常無し 【特記】	・内壁は全面的に見られる
	吸水槽・吐水槽	1. 異常有り ①水槽内部に漏水が見られる ②変形・歪みが見られる ③その他の異常が見られる（ ） 2. 異常無し 【特記】	・周辺地盤沈下 抜上がり敷地全体に見られる ・水槽外側にひび割れ	
		送水路	1. 異常有り ①崩壊・欠損箇所がある ②変形・歪みが見られる ③表面のひび割れ・変色・劣化が著しい ④その他の異常が見られる（ ） 2. 異常無し 【特記】	・観察できず 該当する部位等を記入
	沈砂池・遊水池	1. 異常有り ①崩壊・欠損箇所がある ②変形・歪みが見られる ③表面のひび割れ・変色・劣化が著しい ④その他の異常が見られる（ ） 2. 異常無し 【特記】	・沈砂池・遊水池なし	
		水門・樋門	1. 異常有り ①堤内部に漏水が見られる ②周辺地盤の不同沈下が著しい ③その他の異常が見られる（ ） 2. 異常無し 【特記】	・堤防上は 5cm 程度

5.2.3 現地踏査（巡回目視）

事前調査で得られた情報を参考とし、実際に現地を踏査し、遠隔目視により現地調査の調査地点、調査項目を決定する。現地踏査には、日常管理を通じて平常時の状況を熟知する管理者（土地改良区等）と同行することが望ましい。

【解説】

(1) 現地踏査の目的及び留意事項

現地踏査は、徒歩巡回目視により全施設を観察し、変状の有無や変状箇所の特定制を行うとともに、現地調査を実施するのに適当な場所の確認や足場、水替工といった仮設設備の必要性、定量的な調査項目の決定等、現地調査の実施方法を具体的に決定することを主目的として行う。

【現地踏査時の確認事項】

- ・コンクリート構造物のひび割れなどの表面変状の有無、程度（範囲）
- ・建屋の防水性の劣化（防水層の剥離、漏水痕跡）
- ・建屋の変形（柱、梁）
- ・機場全体の不同沈下の状況
- ・樋門・樋管部の変状（堤防の漏水痕跡、抜け上がりの状況等）

(2) 踏査方法

徒歩巡回目視によりポンプ場全施設を観察し、変状の有無や変状箇所の特定制を行う（写真-5.2.1 参照）。

- ・変状の状態は、ある程度の距離（概ね 10～15m程度）から確認できるものについて把握する。
- ・建屋は内壁、外壁、屋根、床の外内面すべてについて撮影しておくことが望ましい。



吐水管部周りのひび割れと不同沈下



樋函の抜け上がり

写真-5.2.1 ポンプ場の現地踏査写真

(3) 写真撮影

現地踏査における写真撮影では、ポンプ場の全景、各構成要素を1セットで撮影することを基本とする。踏査時に確認したひび割れなどの変状は、変状の種別・発生個所等について施設壁面に直接記録する。水路壁面に記録できない場合は、変状について記録した黒板やホワイトボードを一緒に撮影する。なお、ポンプ場（構成要素）の寸法等がわかるようにスタッフやポールを入れて撮影し、全景と近景を併せて撮影しておく。

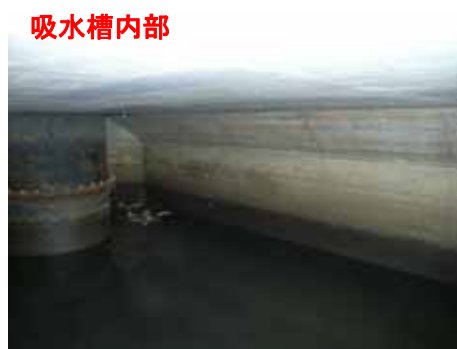


写真-5. 2. 2 ポンプ場の写真撮影例



【ポンプ場における代表的な変状の例】



(外壁) 防水層の変状
コンクリート面の欠損
鉄筋露出



(外壁) ひび割れ
漏水痕跡



(内壁) 防水層の変状
ひび割れ
漏水痕跡



(内壁) ひび割れ



(屋根) 防水層の変状



(屋根) 防水層の変状
コンクリート面の欠損



(吸水槽) 摩耗
表面の欠損・剥落



(吐水槽) ひび割れ



(沈砂池) 摩耗

写真-5.2.3 ポンプ場の代表的な変状例

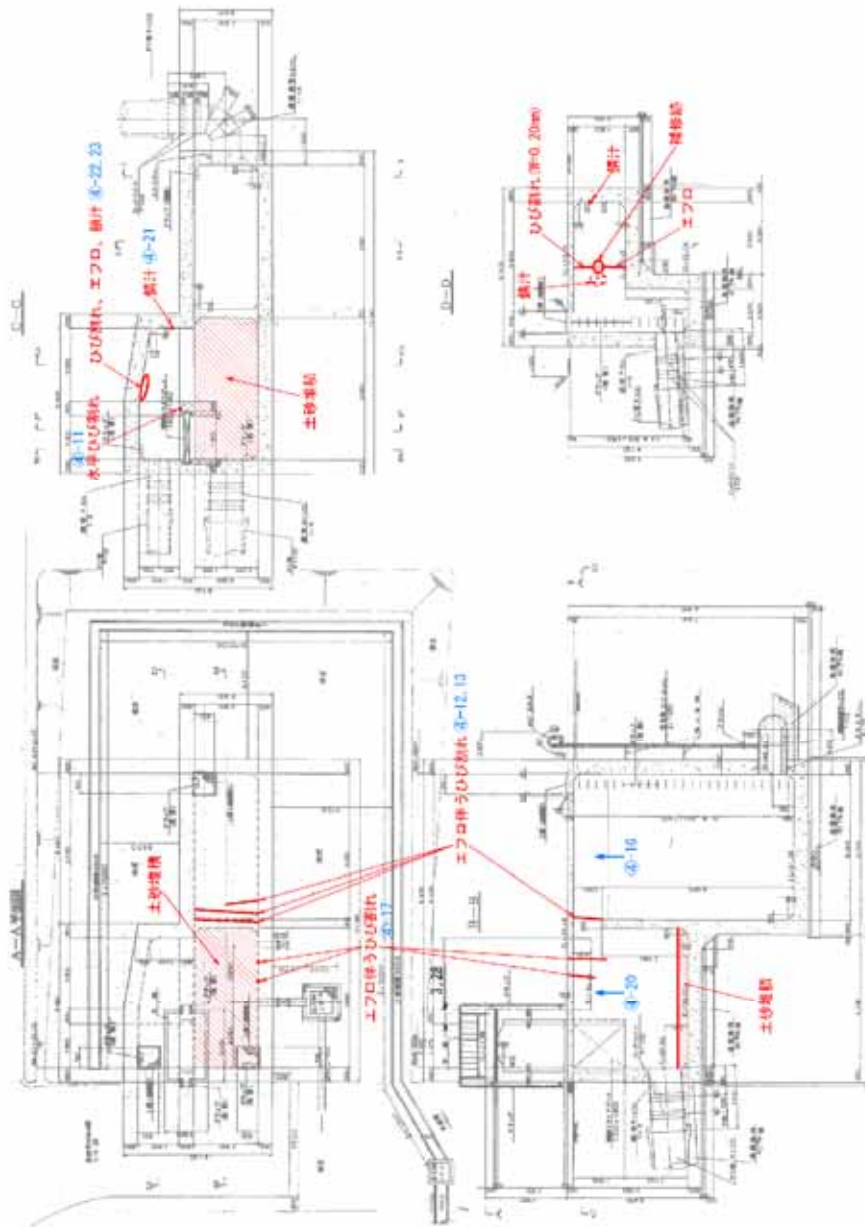
(4) 変状箇所の表記方法

変状箇所は、構成工種ごとに番号を付し、図上（事前調査で収集した平面図、縦断図等）にも位置を明示しておく。表記方法は地区の状況に応じてやりやすい方法を採用して構わないが、以後の継続調査の表記方法と整合がとれるように留意する。

現地踏査結果は、現地踏査票とは別に図面等で全体を俯瞰的に把握できる資料を作成しておくといい（次頁現地踏査結果図（例）参照）。

〇〇湯水機場 現地踏査図 (4-2)

(スタンド工内部)



写真番号	撮 影 日	撮 影 時	撮 影 場 所
01	2012/5/11	10時15分	スタンド工内部
02	2012/5/11	10時20分	スタンド工内部
03	2012/5/11	10時25分	スタンド工内部
04	2012/5/11	10時30分	スタンド工内部
05	2012/5/11	10時35分	スタンド工内部
06	2012/5/11	10時40分	スタンド工内部
07	2012/5/11	10時45分	スタンド工内部
08	2012/5/11	10時50分	スタンド工内部
09	2012/5/11	10時55分	スタンド工内部
10	2012/5/11	11時00分	スタンド工内部
11	2012/5/11	11時05分	スタンド工内部
12	2012/5/11	11時10分	スタンド工内部
13	2012/5/11	11時15分	スタンド工内部
14	2012/5/11	11時20分	スタンド工内部
15	2012/5/11	11時25分	スタンド工内部
16	2012/5/11	11時30分	スタンド工内部
17	2012/5/11	11時35分	スタンド工内部
18	2012/5/11	11時40分	スタンド工内部
19	2012/5/11	11時45分	スタンド工内部
20	2012/5/11	11時50分	スタンド工内部
21	2012/5/11	11時55分	スタンド工内部
22	2012/5/11	12時00分	スタンド工内部
23	2012/5/11	12時05分	スタンド工内部
24	2012/5/11	12時10分	スタンド工内部
25	2012/5/11	12時15分	スタンド工内部
26	2012/5/11	12時20分	スタンド工内部
27	2012/5/11	12時25分	スタンド工内部
28	2012/5/11	12時30分	スタンド工内部
29	2012/5/11	12時35分	スタンド工内部
30	2012/5/11	12時40分	スタンド工内部
31	2012/5/11	12時45分	スタンド工内部
32	2012/5/11	12時50分	スタンド工内部
33	2012/5/11	12時55分	スタンド工内部
34	2012/5/11	13時00分	スタンド工内部
35	2012/5/11	13時05分	スタンド工内部
36	2012/5/11	13時10分	スタンド工内部
37	2012/5/11	13時15分	スタンド工内部
38	2012/5/11	13時20分	スタンド工内部
39	2012/5/11	13時25分	スタンド工内部
40	2012/5/11	13時30分	スタンド工内部
41	2012/5/11	13時35分	スタンド工内部
42	2012/5/11	13時40分	スタンド工内部
43	2012/5/11	13時45分	スタンド工内部
44	2012/5/11	13時50分	スタンド工内部
45	2012/5/11	13時55分	スタンド工内部
46	2012/5/11	14時00分	スタンド工内部
47	2012/5/11	14時05分	スタンド工内部
48	2012/5/11	14時10分	スタンド工内部
49	2012/5/11	14時15分	スタンド工内部
50	2012/5/11	14時20分	スタンド工内部
51	2012/5/11	14時25分	スタンド工内部
52	2012/5/11	14時30分	スタンド工内部
53	2012/5/11	14時35分	スタンド工内部
54	2012/5/11	14時40分	スタンド工内部
55	2012/5/11	14時45分	スタンド工内部
56	2012/5/11	14時50分	スタンド工内部
57	2012/5/11	14時55分	スタンド工内部
58	2012/5/11	15時00分	スタンド工内部
59	2012/5/11	15時05分	スタンド工内部
60	2012/5/11	15時10分	スタンド工内部
61	2012/5/11	15時15分	スタンド工内部
62	2012/5/11	15時20分	スタンド工内部
63	2012/5/11	15時25分	スタンド工内部
64	2012/5/11	15時30分	スタンド工内部
65	2012/5/11	15時35分	スタンド工内部
66	2012/5/11	15時40分	スタンド工内部
67	2012/5/11	15時45分	スタンド工内部
68	2012/5/11	15時50分	スタンド工内部
69	2012/5/11	15時55分	スタンド工内部
70	2012/5/11	16時00分	スタンド工内部
71	2012/5/11	16時05分	スタンド工内部
72	2012/5/11	16時10分	スタンド工内部
73	2012/5/11	16時15分	スタンド工内部
74	2012/5/11	16時20分	スタンド工内部
75	2012/5/11	16時25分	スタンド工内部
76	2012/5/11	16時30分	スタンド工内部
77	2012/5/11	16時35分	スタンド工内部
78	2012/5/11	16時40分	スタンド工内部
79	2012/5/11	16時45分	スタンド工内部
80	2012/5/11	16時50分	スタンド工内部
81	2012/5/11	16時55分	スタンド工内部
82	2012/5/11	17時00分	スタンド工内部
83	2012/5/11	17時05分	スタンド工内部
84	2012/5/11	17時10分	スタンド工内部
85	2012/5/11	17時15分	スタンド工内部
86	2012/5/11	17時20分	スタンド工内部
87	2012/5/11	17時25分	スタンド工内部
88	2012/5/11	17時30分	スタンド工内部
89	2012/5/11	17時35分	スタンド工内部
90	2012/5/11	17時40分	スタンド工内部
91	2012/5/11	17時45分	スタンド工内部
92	2012/5/11	17時50分	スタンド工内部
93	2012/5/11	17時55分	スタンド工内部
94	2012/5/11	18時00分	スタンド工内部
95	2012/5/11	18時05分	スタンド工内部
96	2012/5/11	18時10分	スタンド工内部
97	2012/5/11	18時15分	スタンド工内部
98	2012/5/11	18時20分	スタンド工内部
99	2012/5/11	18時25分	スタンド工内部
100	2012/5/11	18時30分	スタンド工内部

(5) 現地調査（定点調査）地点の選定

現地踏査結果を考慮し、ポンプ場の現地調査（定点調査）地点は、以下の点に留意して選定する。過去に施設の機能診断調査が実施されている場合には、調査の効率性確保と経年変化を分析できるようにするため、当該調査地点を極力活用する。

基本的にはポンプ場の各構成要素に対して最低1点定点を選定し、現地踏査の結果や使用環境、条件などから重点的に調査すべき箇所がある場合は調査点数を追加する。また、調査は全量調査を基本とするが、施設規模が大きい場合は代表的及び変状が顕著なブロックを選定し定点とする。

(5.1) 建屋

- ・ 外壁、内壁、屋根を対象に定点を選定する。
- ・ 最低1柱・梁間を選定するが、機場規模が大きい場合や変状の程度に差がある場合は適宜、調査柱・梁間の調査対象ブロックを増やす。
- ・ 機械室を優先するが、規模が大きい場合は電気・操作室も行う。

(5.2) 吸水槽・吐水槽、送水路、沈砂池・遊水池

- ・ これらの施設は常時水位下にある場合が多いため、定点は安全に目視（近接目視も含む）可能な地点を選定する。
- ・ 壁高は、脚立等を用いて調査可能な範囲（H=2.0m程度）までとし、仮設は行わない。

(5.3) 水門・樋門・樋管

- ・ 内部調査が困難な場合は、現地踏査（巡回点検調査）の段階で、不同沈下（抜け上り、抜け下り）、周辺との植生の変化（パイピング、漏水の影響有無）、堤体法尻の漏水痕跡、変状の有無等の観察を行う。

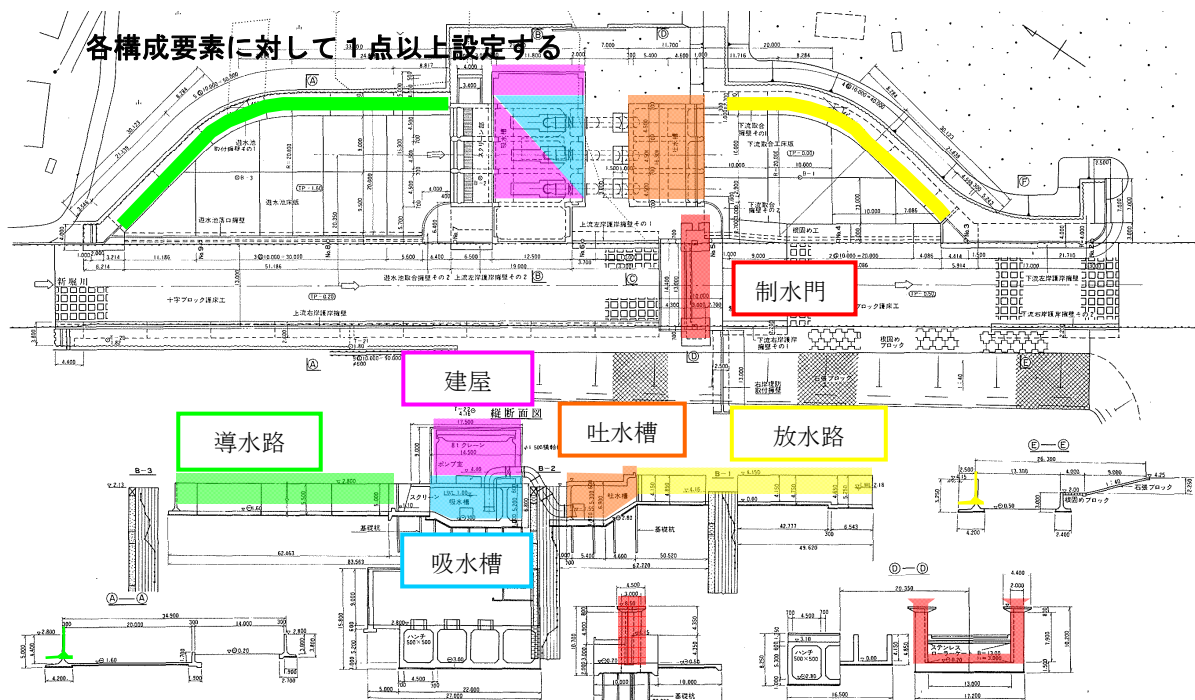


図-5.2.3 定点を選定する構成要素の例

(6) 現地踏査票

現地踏査に当たっては、事前調査で整理された情報や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-5.2.4～表-5.2.6に示す。

表-5.2.4 ポンプ場の現地踏査票 (1/3) 記載例

整理番号	0207100040008	調査年月日	平成○年△月□日
地区名	R 沿岸地区	記入者	〇〇コンサルタンツ
施設名	T 揚水（用水）機場		
位置情報	X=〇〇〇〇〇.〇〇〇 Y=△△△△△.△△△		
写真 No.	No. 33～42		
施設・部位	変状項目	変状の程度※1	変状箇所※2
建屋 柱・梁 (RC)	傾斜・変形・歪み	1. 有 2. 無	—
	ひび割れ、汚れ	1. 有 ①多数のひび割れ、変色 2. 無、微小	・ ポンプ室柱 X4-7 通り（東側、西側壁）
建屋 外壁	防水層の変状	1. 有 ①防水層の剥離・剥落 2. 無	—
	コンクリートの変状 ※防水層が剥離してコンクリート面が露出している場合	1. 有 ①コンクリート面の欠損・鉄筋露出 2. 無	—
	漏水の痕跡（防水性）	1. 有 2. 無	—
建屋 内壁	防水層の変状	1. 有 ①防水層の剥離・剥落 2. 無	—
	コンクリートの変状 ※防水層が剥離してコンクリート面が露出している場合	1. 有 ①コンクリート面の欠損・鉄筋露出 2. 無	—
	漏水の痕跡（防水性）	1. 有 2. 無	—
建屋 屋根（内側）	防水層の変状	1. 有 ①防水層の剥離・剥落 2. 無	—
	コンクリートの変状 ※防水層が剥離してコンクリート面が露出している場合	1. 有 ①コンクリート面の欠損・鉄筋露出 2. 無	—
	漏水の痕跡（防水性）	1. 有 2. 無	—

表-5.2.5 ポンプ場の現地踏査票 (2/3) 記載例

施 設	変状項目	変状の程度※1	変状箇所※2
吸水槽	傾斜・変形・摩耗	1. 有 2. 無	—
	表面の欠損・剥落	1. 有 2. 無・微小	・ 右側壁外側
	ひび割れ	1. 有 ①全面にひび割れが発達している ②部分的にひび割れが発生している ③構造ひび割れ 2. 無・微小	・ 右側壁外側
吐水槽	傾斜・変形・摩耗	1. 有 2. 無	—
	表面の欠損・剥落	1. 有 2. 無・微小	—
	ひび割れ	1. 有 ①全面にひび割れが発達している ②部分的にひび割れが発生している ③構造ひび割れ 2. 無・微小	—
送水路	傾斜・変形・摩耗	1. 有 2. 無	・ 観測できず
	表面の欠損・剥落	1. 有 2. 無・微小	・ 観測できず
	ひび割れ	1. 有 ①全面にひび割れが発達している ②部分的にひび割れが発生している ③構造ひび割れ 2. 無・微小	・ 観測できず
	漏水（痕跡）	1. 有 2. 無	・ 観測できず
	目地の劣化	1. 有 2. 無	・ 観測できず
沈砂池	防水層の変状	1. 有 ①防水層の剥離・剥落 ②防水層のひび割れ 2. 無	—
	コンクリートの変状	1. 有 ①コンクリート面の欠損・鉄筋露出 ②コンクリート面のひび割れが発達 2. 無	—
	漏水の痕跡（防水性）	1. 有 2. 無	—

表-5.2.6 ポンプ場の現地踏査(記載例) (3/3)

施 設	変状項目	変状の程度※1	変状箇所※2
遊水池	防水層の変状	1. 有 ①防水層の剥離・剥落 ②防水層のひび割れ 2. 無	—
	コンクリートの変状	1. 有 ①コンクリート面の欠損・鉄筋露出 ②コンクリート面のひび割れが発達 2. 無	—
	漏水の痕跡（防水性）	1. 有 2. 無	—
水門 （門柱）	変形・歪み（門柱）	1. 有 2. 無	—
	表面の欠損・剥落	1. 有 2. 無・微小	—
	漏水の痕跡（堤体法尻）	1. 有 2. 無	—
樋門 （門柱）	ひび割れ	1. 有 ①全面にひび割れが発達している ②部分的にひび割れが発生している ③構造ひび割れ 2. 無・微小	・全面的に 0.2mm 以下のひび割れ
	抜上り・抜下り（不同沈下）	1. 有（護岸・堤体頂部の変形等） ②無	
	堤内法尻の漏水	1. 有 ②無	
	周辺植生の変化	1. 有 ②無	
評価	現地調査箇所 （現地調査を行うのに適 当な箇所）	①建屋 西側 X3-X4 通り（内・外壁） ②吸水槽 外壁 ③樋門 門柱	
	詳細調査箇所 （補修対策の必要有無を 判定するための詳細調査 が必要な箇所）	なし	
	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）	なし	
特記事項	・吸水槽の近接目視及び簡易計測に当たっては、簡易な仮設（吊梯子及びゴムボート）が必要。現地で安全を確保した上で実施可能と判断されるため、これらを踏まえた現地調査（定点調査）を行う。		

※1：変状の程度は、該当する番号に○印をつける。

※2：変状箇所は、施設番号、調査平面図、展開図に付した番号等のいずれかを記入し、今後の経年調査で場所が照合できるようにすること。

5.2.4 現地調査（近接目視と計測）

ポンプ場の現地調査地点の選定にあたっては、ポンプ場を構成する個別施設毎に、施設を代表する、あるいは変状・劣化が顕著に現れている、過去の調査記録の継続性が得られるなどの条件を勘案する。調査は、部材の変状及び目地を対象とし、またポンプ場周辺の地盤の状況を併せて調査する。現地調査の調査事項は、標準とする調査事項と、地区の特性に応じた調査事項について行う。

【解説】

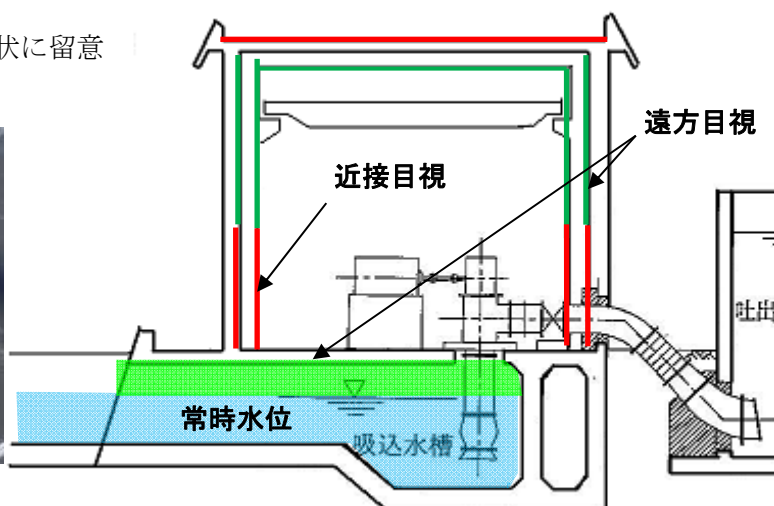
(1) 調査の留意点

現地調査は、事前調査・現地踏査で得られた結果及び施設の重要度と構成要素の影響度を踏まえ、適切な調査範囲において実施するもので、ポンプ場の性能の低下状態やその要因について定量的な調査を行う。現地調査による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調査（詳細調査）を実施する。また、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、例えば、構成要素の性能低下が進展しても、ポンプ場全体への影響が限定的か、もしくは小さく、機能診断調査を行うよりも事後保全の方が明らかに経済的と判断される場合には、現地調査の対象外とすることも検討する。

次頁に調査の留意点を示す。

【建屋(屋根)】

防水層、露出したコンクリートの変状に留意する。



【建屋(内外壁)】

目視可能な範囲(H=2.0m程度)を近接目視、開口部付近に斜めひび割れが生じやすい。



【吐出管貫通部】

ひび割れが生じやすい。



【吸水槽】

目視可能な常時水位上部を遠方目視(ボート等の乗入れが可能な場合は別途)にて調査する。摩耗が生じやすい。



【周辺地盤】

軟弱地盤地域では、不同沈下に留意する。

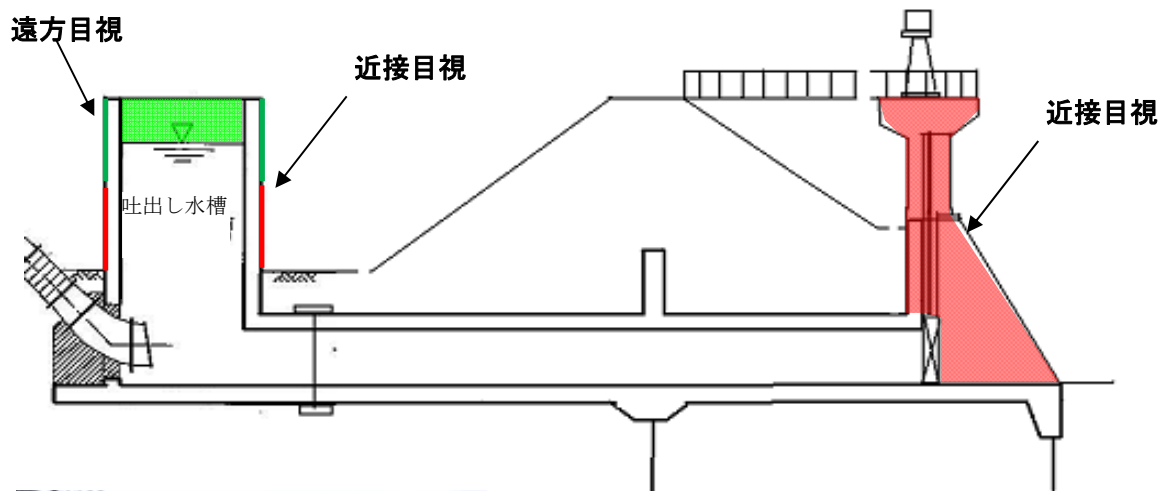
図-5.2.4 ポンプ場の調査のポイント (1/2)

【吐水槽・樋門】

目視可能な範囲(H=2.0m 程度)を近接目視にて調査を行う。

ひび割れ、欠損損傷、鉄筋露出等に留意する。

吐水槽内壁は摩耗が生じやすい。



【取付護岸】

背面の空洞化等による護岸の変形に留意する。

【樋管・水槽】

杭基礎の場合、周辺地盤の沈下による抜け上りに留意する。

樋管は直接目視がし難いので地上部に生じる変状に着目する。

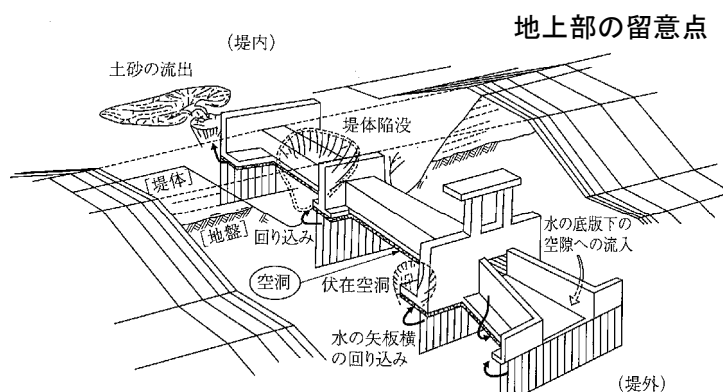


図-5.2.5 ポンプ場の調査のポイント (2/2)

(2) 現地条件により調査に制約を受ける場合の取扱い

現場条件により調査に制約を受ける要因としては、仮設等にかかる費用の手当の可否、調査可能実施時期など様々であるが、現場の条件を勘案し、合理的かつ経済的な手法で、調査を行う必要がある。以下に調査に制約を受ける場合の取扱い例を示す。

(2.1) 大規模な仮設を必要とする場合

現地調査において、調査用足場などの仮設を必要とする場合があるため、現地踏査において、診断項目に沿った調査の実施に必要な仮設の要否を十分に調査することが重要である。

(2.2) 供用期間が限定される場合

かんがい期や非かんがい期など供用期間が制約されている場合には、調査を行おうとする際に操作現場に操作員がいなかったり、あるいは通電されていなかったりするケースが考えられるため、事前に施設管理者から聞き取りを行い、調査実施時期の決定を行うとともに、診断に必要な電源設備等の機器や装置の有無を確認しておくことが必要である。

(3) 調査地点の表示

(3.1) 現地調査(定点調査)地点番号

現地調査(定点調査)地点番号はデータベースに登録する番号となるので、構成工種ごとに4桁以内の通し番号を付す。

(3.2) 調査地点の確認方法

現地調査(定点調査)地点を以後の継続調査時に現地で容易に特定できるように、以下のような方法で現地調査(定点調査)地点を明確にしておく。

1) 図上表示

現地調査(定点調査)地点を平面図に記載し(現地調査(定点調査)番号、施設番号等)、ファイリングしておく。

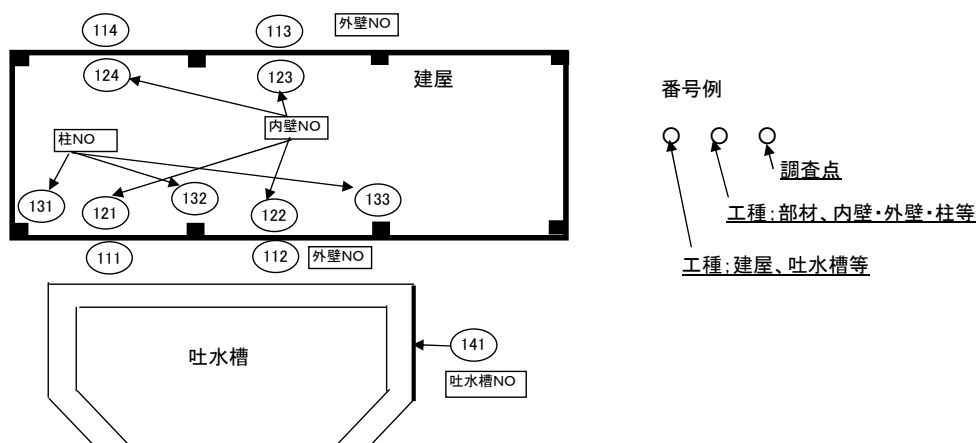


図-5.2.6 現地調査(定点調査)位置図例

2) マーキング

調査地点が現地で確認できるように、杭、ピン、ペンキ等によってマーキングする。

3) GPSの利用

GPSを利用した位置確認方法も有効であり、ハンディタイプのものもある(写真-5.2.4 参照)。

また、近年ではスマートフォン等のGPSアプリを活用し位置情報を取得することも可能である。



写真-5.2.4 ハンディタイプGPS

4) GISの利用

GISの整備が進んでいる地区では、現地調査(定点調査)位置や調査地点の写真、調査記録等をGISの属性データとして登録しておくといよい(図-5.2.7 参照)。



図-5.2.7 GISの属性データ化例

(4) 調査項目と調査方法及び評価方法

(4.1) 調査項目

現地調査では、事前調査、現地踏査の結果を踏まえ、調査項目を設定する。コンクリート施設では、劣化要因判定表によって得られた主要な性能低下要因を踏まえ、ひび割れ、材料劣化、変形・歪み、目地の変状、地盤変形などについて調査する。現地調査の標準的な調査項目を表-5.2.7 に示す。

表-5.2.7 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	備考
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	1)
			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	材料劣化	浮き	目視による観察、打音調査	写真記録、図化	2)
			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	〃	
			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	〃	〃	
			漏水 (痕跡)	〃	〃	
			鉄筋露出	〃	〃	
		圧縮強度	反発硬度	リバウンドハンマー	定量記録	3)
		中性化	中性化深さ／中性化残り	ドリル法	〃	4)
			鉄筋被り	設計図書等	〃	
	鋼矢板	材料劣化	鋼矢板の腐食	目視による観察、簡易計測	〃	
外部要因	変形・歪み			目視による観察 簡易計測 (下げ振り、ボール、傾斜計)	有無の記録、写真記録、 定量記録	5)
	転倒・滑動			〃	〃	
	浮上			目視による観察、簡易計測 (スケール)	〃	
	欠損・損傷			目視による有無	〃	6)
	不同沈下		構造物の沈下・蛇行	目視による観察 沈下量計測	〃	7)
	地盤変形		背面土の空洞化	打撃法	定量記録	8)
			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	
その他の要因	目地の変状		目地の開き	目視による有無、簡易計測 (スケール)	有無の記録 写真記録	9)
			段差	〃	〃	
			止水板の破断	目視による有無	〃	
			漏水痕跡	目視による有無	〃	
			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)	〃	

※備考欄の番号は、本資料ポンプ場-28以降の記載項目の番号を示している。

なお、建屋は建築構造物に該当するため、本資料のほか「国家機関の建築物等の保全に関する基準の実施に関わる要領」平成22年3月31日（国土交通省）に示される建築構造別の確認部位及び判断基準を参考にしても良い。

(4.2) コンクリート表面の外観目視調査方法及び評価方法

コンクリート構造物はセメント、水、骨材、混和剤(材)、鋼材(鉄筋、鉄骨、PC 鋼材など)等の材料で構成されているため、発生する損傷の形態、発生原因也多岐にわたっている。そのため、構造的な原因により発生する損傷はその発生位置はある程度特定できるが、材料に起因した損傷は発生位置をあらかじめ推測することはできない。したがって、目視調査にあってはすべての部位をくまなく目視観察する必要がある。目視調査の方法は基本的にはコンクリート表面にできるだけ接近して入念に目視で観察する。

また、必要に応じてひび割れに段差や内部から膨れ上がっているような状況がみられるか否かも、直接ひび割れに指を当て把握する必要がある。このような状況はアルカリシリカ反応を原因とする損傷に見られる。

コンクリート面が汚れている場合は、必要に応じて清掃するのが望ましく、夜間や暗い箇所を調査する場合は照明設備等により、できるだけコンクリート面を明るい状態にして観察するのがよい。

ひび割れ位置やその他の表面変状は、調査物表面に直接チョークで書き込み、写真で記録しておき、写真記録と調査票から変状展開図を作成すると効率的である。



写真-5.2.5 記録写真例

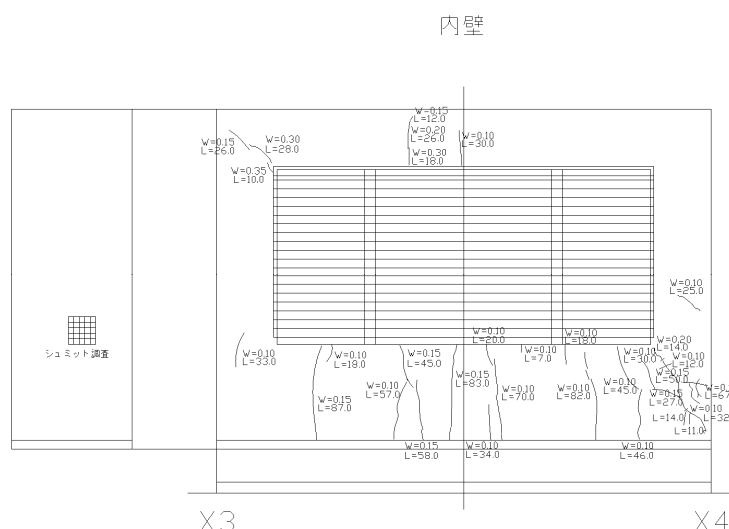
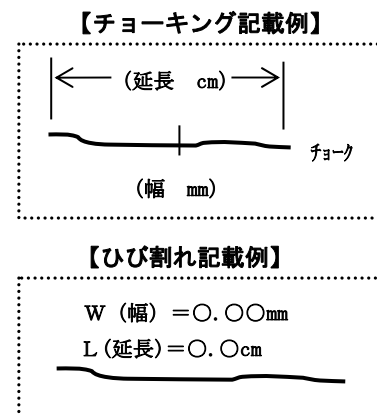


図-5.2.8 変状展開図の作図例



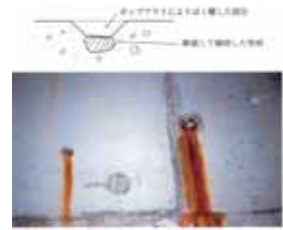
エフロレッセンスの析出



漏水量計測



鉄筋の露出（被り不足）



反応性骨材ポップアウト（錆汁）



テストハンマーによる
打音調査



水路側壁周辺の陥没



水路側壁の変形・ひび割れ



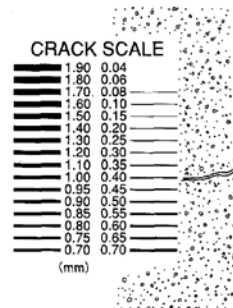
不同沈下による目地の段差

写真-5.2.6 各種調査状況及び変状

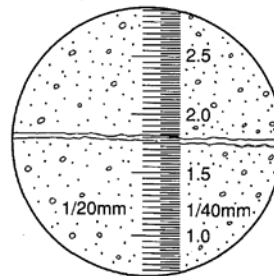
1) ひび割れ

■ひび割れ幅の測定

- ・下図に示すようなクラックスケール、ルーペなどを用いて行う。
- ・測定値は最大幅とするが、最大幅を示す部分がひび割れの全長のうち、極めて僅かな一部分である場合などには、適当な数箇所のひび割れ幅を測定し記録しておく。
- ・測定単位は、mm単位とし、小数第2位まで0.05mmきざみで測定する。



クラックスケールによる測定



ルーペ（顕微鏡）による測定

図-5.2.9 ひび割れ幅測定器具



写-5.2.7 ひび割れ幅計測

(参考) ひび割れ幅の考え方

【鉄筋コンクリート構造物】：鉄筋の腐食に対する影響度を考慮した区分

通常的环境			
ひび割れ最大幅			
0.20	1.00	→ 全体的	
対策不要:S-5	要観察:S-4	補修・補強:S-3	S-2(補強・補修)

厳しい腐食環境			
ひび割れ最大幅			
0.20	0.60	→ 全体的	
対策不要:S-5	要観察:S-4	補修・補強:S-3	S-2(補強・補修)

【無筋コンクリート構造物】：変状の程度を考慮した区分

ひび割れ最大幅			
0.20	5.00	→ 全体的	
対策不要:S-5	要観察:S-4	補修・補強:S-3	S-2(補強・補修)

■ひび割れ長さの測定

- ・通常用いられるスケールなどを用いて、ひび割れに沿って測定する。
- ・ひび割れが分岐している場合は、それぞれのひび割れ長さを個別に測定する。
- ・厳密にひび割れの屈曲に沿った長さの測定をする必要はない。
- ・測定単位は、cm単位とする。
- ・亀甲状のひび割れの場合、全ひび割れの概ねの延長とする。

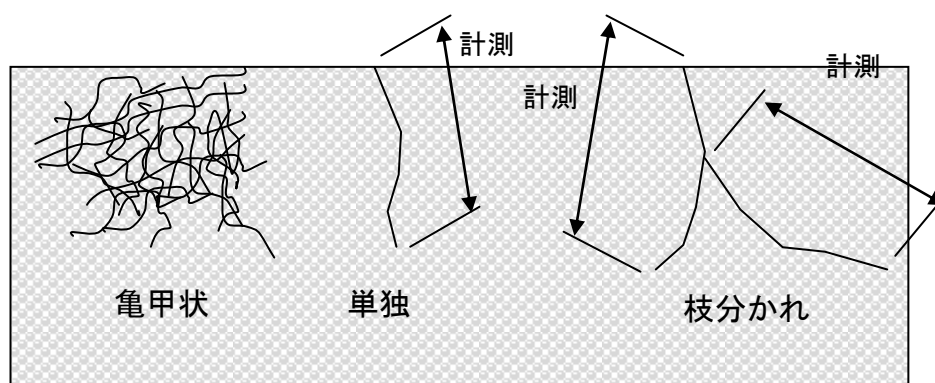


図-5.2.10 ひび割れ長さの測定例

■ひび割れタイプの判定

鉄筋コンクリートにおけるひび割れの評価にあたって、ひび割れをその発生メカニズム等から分類した上で評価を行う必要がある。分類は、事前調査における劣化要因判定表と現地調査(定点調査)によるひび割れの発生場所・形状などの結果に基づいて行う。

ひび割れは、大別すると、初期ひび割れ（温度応力・乾燥収縮ひび割れ）、外力によるひび割れ（外力による曲げ・せん断ひび割れ）、鉄筋腐食先行型ひび割れ、ひび割れ先行型ひび割れの4タイプに分類することができる(表-5.2.8 参照)。

劣化要因を特定できるような特徴的な症状がなく、複合的な要因から生じているひび割れは、上記の4タイプに分類することができないため、劣化要因不特定ひび割れとする。

なお、ひび割れタイプの判定は本資料ポンプ場-33「ひび割れタイプの判断方法」を参考にされたい。

表-5.2.8 ひび割れのタイプ別分類表

ひび割れタイプ			発生メカニズム	特 徴
1) 初期ひび割れ			乾燥収縮、温度応力ひび割れなどで、他に劣化要因がなければ数年で進行が止まる	① 部材開放部に鉛直にひび割れを生じる（乾燥収縮ひび割れ） ② 部材拘束部に鉛直にひび割れを生じる（温度応力ひび割れ）
供用開始後ひび割れ	外部要因（構造外力起因）	2) 外力によるひび割れ（曲げ、せん断ひび割れ）	過荷重など、外力によって部材が変形して生じるひび割れ ※外力との釣り合いでひび割れが進行しない場合もあるが、釣り合い条件が微妙なので進行性に区分した	① 曲げひび割れ；引張り曲げ応力の発生部位に部材に直角にひび割れが生じる ② せん断ひび割れ；せん断応力の発生部位（曲げモーメントの反転位置）に斜めにひび割れが生じる ※ 水路壁などでは、せん断ひび割れは部材横断面には斜めに入るが、壁面は水平ひび割れとして現れる
	内部要因（材料劣化起因）	3) 鉄筋腐食先行型ひび割れ	主に中性化・塩害による鋼材腐食によって生じるひび割れ	① 被りの薄い場所から鉄筋に沿ったひび割れが発生する ② 錆汁を伴うことが多い ③ エフロレッセンスなどの析出物を伴うことが多い
		4) ひび割れ先行型ひび割れ	ASR、凍害、化学的腐食、疲労などによりコンクリートが劣化して生じるひび割れ	① 表面化からひび割れが進行し、格子状、亀甲状とひび割れが細網化していく ② コンクリートの浮き、剥落が生じやすい ③ ASRの場合はゲルなどの析出物を伴う ④ 鉄筋腐食が進むと鉄筋に沿ったひび割れが卓越してくる

※複合的な要因から生じており、劣化要因を特定できるような特徴的な症状がなく、上記のタイプに分類できない場合は、「劣化要因不特定ひび割れ」とする。

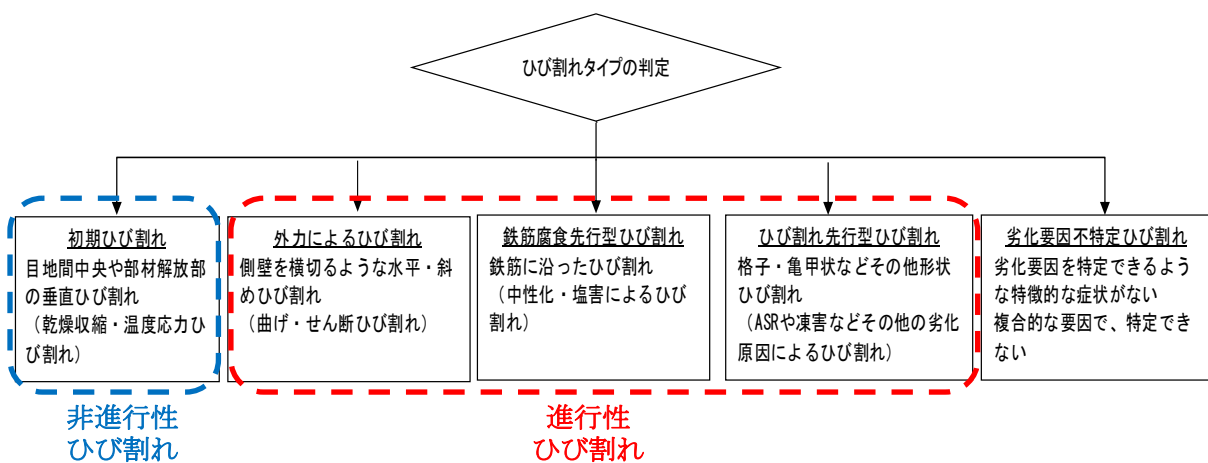
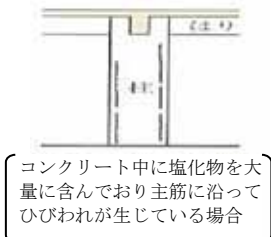
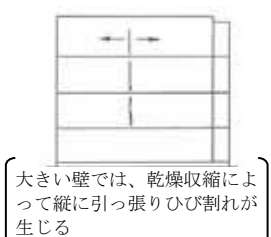
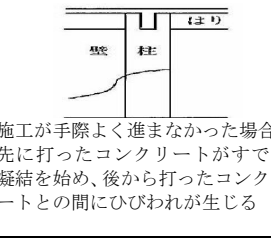
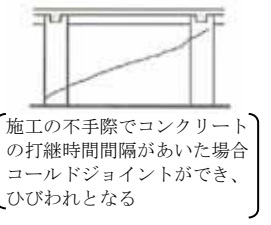


図-5.2.11 ひび割れタイプ分類

■代表的なひび割れの特徴

表-5.2.9 ポンプ場における代表的なひび割れの特徴

ひび割れタイプ	外観変状の特徴	ひび割れ原因	備考
①直線状又は方形状のひび割れ  〔コンクリート中に塩化物を大量に含んでおり主筋に沿ってひびわれが生じている場合〕	鉄筋部分で、鉄筋方向に直線状または方形状のひび割れが発生 錆汁を伴うことが多い	中性化 塩害	3)
②不規則なひび割れ  〔柱の中心部に縦方向に卓越したひびわれが生じている場合〕	コンクリート硬化中に網目状ひび割れが発生	骨材の泥分	1)
	比較的短めの微細ひび割れ（打設後早期）	セメントの異常凝縮	1)
	乾燥ひび割れより大き目の網目状ひび割れ	アルカリシリカ反応 硫酸塩・銲物の生長	4)
	微細な網目状ひび割れ	養生中の急激な乾燥	1)
	微細な網目状ひび割れ、剥離・剥落	凍害	4)
③横断方向ひび割れ  〔大きい壁では、乾燥収縮によって縦に引っ張りひび割れが生じる〕	スパン中央に規則的に発生	温度応力の発生 乾燥収縮	1)
	不同沈下により目地部に段差が生じている場合は、目地部周辺にもひび割れや欠損が生じる	不同沈下	2)
④水平方向のひび割れ  〔施工が手際よく進まなかった場合、先に打ったコンクリートがすでに凝結を始め、後から打ったコンクリートとの間にひびわれが生じる〕	コンクリートの沈降により発生	急激な打込み	1)
	局所的な引張りひび割れが発生	型枠の早期脱型、沈下	1)
	打込みを中断した時の不連続面に発生	コールドジョイント	1)
⑤斜め方向ひび割れ  〔施工の不利でコンクリートの打継時間間隔が長い場合コールドジョイントができ、ひびわれとなる〕	打込みを中断した時の不連続面に発生	コールドジョイント	1)
	右記の原因でも、現場の条件によってひび割れが斜めに発生することがある	急激な打込み 温度応力 型枠の早期脱型、沈下 不同沈下	1) 2)
⑥目地付近のひび割れ・欠損	横断目地付近のひび割れやコンクリートの剥落、欠損	コンクリートの温度膨張 コンクリートの不十分な充填 漏水による目地部浸食 不同沈下による段差	目地の 変状

※備考欄の番号は、表-5.2.8における4つのひび割れタイプを示している。

■ひび割れタイプの判断方法

各種ひび割れの特徴を以降に示す。なお、表面モルタル層のひび割れは、亀甲状に発達するなど、一見、コンクリート本体のひび割れと間違いやすいが、コンクリート本体にひび割れが発生していなければ、構造物の耐久性や耐荷性には問題がないので、構造体のひび割れと間違わないように注意する。



写真-5.2.8 モルタル層のひび割れ

・初期ひび割れ

初期ひび割れは乾燥収縮ひび割れ、温度応力ひび割れ、コールドジョイントによるひび割れがある。乾燥収縮及び温度応力によるひび割れは、スパン中央に規則的に発生することが多い。

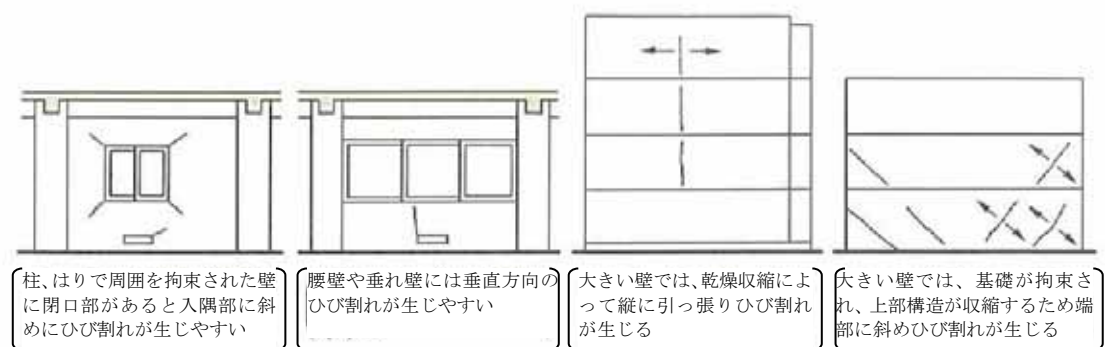


図-5.2.12 乾燥収縮・温度応力ひび割れ発生位置



写真-5.2.9 開口部モルタル充填部ひび割れ



写真-5.2.10 窓開口部ひび割れ

コンクリート打設時に起こるコールドジョイントによるひび割れは、他の劣化要因を誘発しやすいので、同じ初期ひび割れでも注意が必要であり、評価を厳しくするのが望ましい。

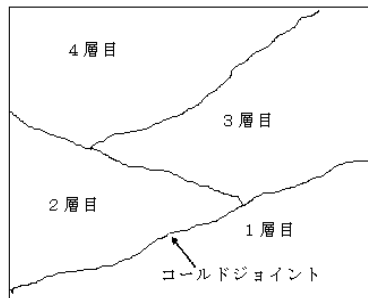


写真-5.2.11 コールドジョイントによるひび割れ

・鉄筋腐食先行型（中性化・塩害）の特徴

被りの薄い場所から鉄筋に沿ったひび割れが発生する。ひび割れ周囲が膨張しているのが特徴的である。

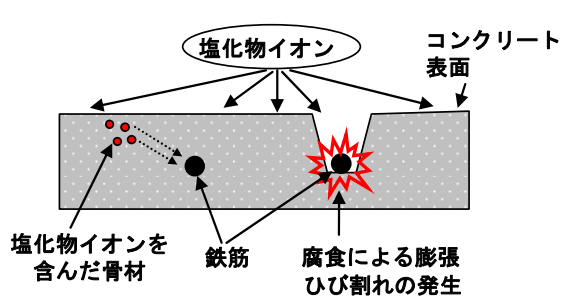


図-5.2.13 塩害のメカニズム

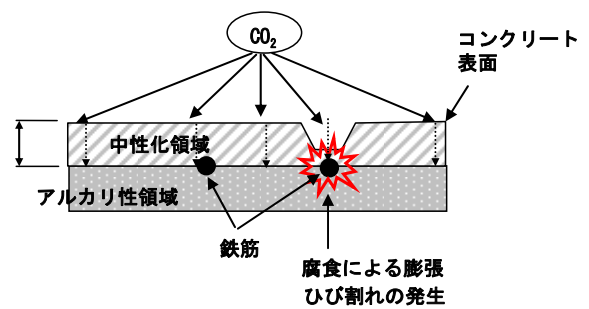


図-5.2.14 中性化のメカニズム

塩害や中性化は他の要因と複合化する場合も少なくなく、例えば塩害と ASR が複合化した場合、亀甲状のひび割れを伴うなど、他の劣化要因の特徴も出現する。



写真-5.2.12 塩害（鉄筋に沿ったひび割れ）



写真-5.2.13 塩害（ASR と複合化し亀甲状ひび割れ）

・ ひび割れ先行型（ASR）の特徴

格子状や亀甲状に不規則にひび割れが発達する。鉄筋腐食が併発すると、腐食先行型と同様に鉄筋に沿ったひび割れも発生し、浮き、剥離・剥落が激しくなる。

アルカリシリカ反応は、骨材中の反応性鉱物とセメントに含まれるアルカリ金属イオンが反応し、吸水膨張性の反応ゲルが生成することによってコンクリートが膨張し、ひび割れを生じる現象である。比較的劣化の早い時期にひび割れやゲルの滲出が見られるため、外観目視で発見しやすい。

ゲルはエフロレッセンスのように白化した汚れであるが、網状に展開するのでその違いは比較的容易に判別できる。

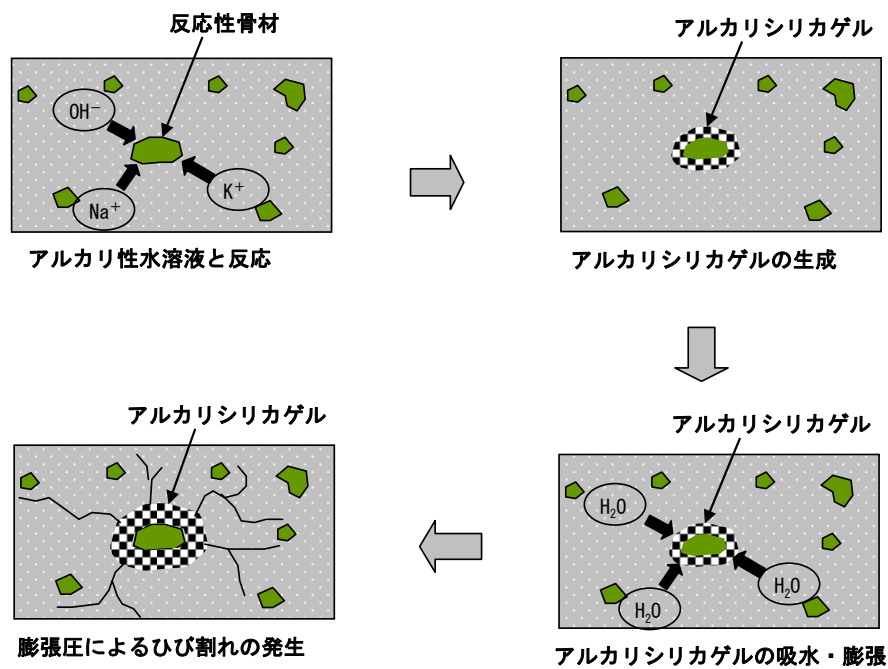


図-5.2.15 アルカリシリカ反応のメカニズム

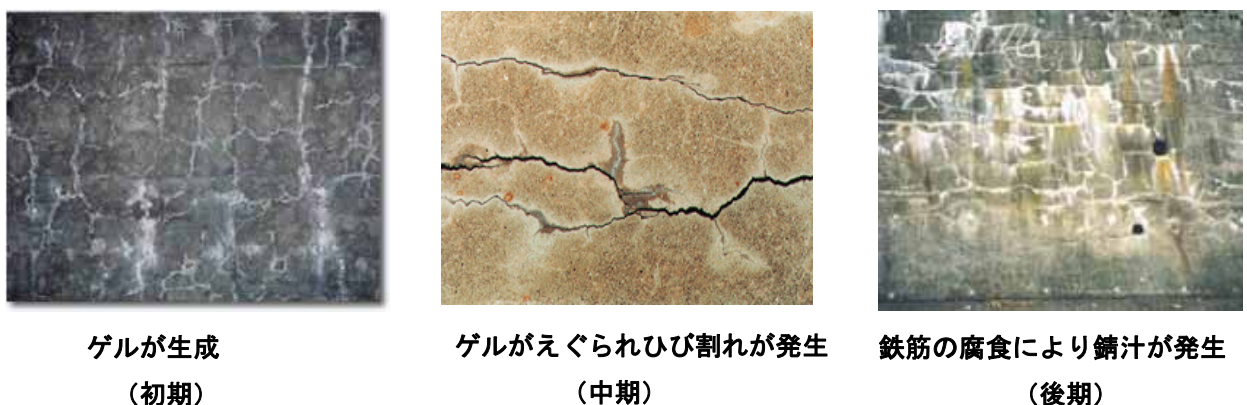


写真-5.2.14 アルカリシリカ反応の進展過程

・ ひび割れ先行型（凍害）の特徴

凍害は、コンクリート中の自由水や吸水率が大きい骨材の水分が凍結融解作用を繰り返すことによってひび割れが生じたり、表層部が層状に剥離（スケーリング）したりして、表層に近い部分から破壊し、次第に劣化していく現象である。一般に水が拘束のない自由な状態で凍結した場合、その膨張量は9%といわれている。

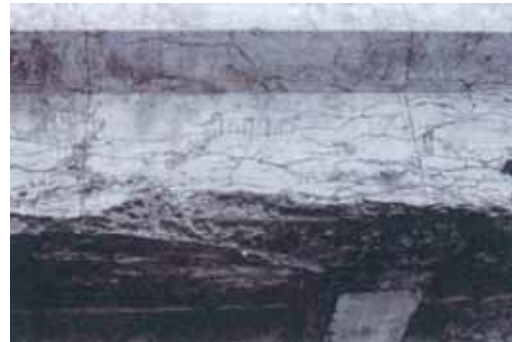


写真-5.2.15 凍害

・ 外力によるひび割れの特徴

外力によるひびわれには曲げひび割れやせん断ひび割れがある。なお、ある程度ひび割れが進行した段階で、外力と耐荷力が釣り合い、ひび割れの進行が一時停止する場合があるが、外力と耐荷力との関係が微妙な状態なので注意する必要がある。

・ 曲げひび割れの特徴

曲げ変形を受ける部材において、引張り側に生じるひび割れである。建築の場合は梁や柱に多く見られる。

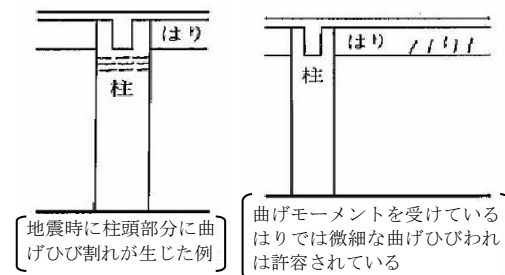


図-5.2.16 建屋に生じる曲げひび割れ

・ せん断ひび割れの特徴

せん断力が発生する場所（曲げモーメントが反転する場所等）に斜めに生じるひび割れで、両端（両辺）が固定されている部材などに生じる。

柱や不同沈下の影響を受けた壁に生じやすい。

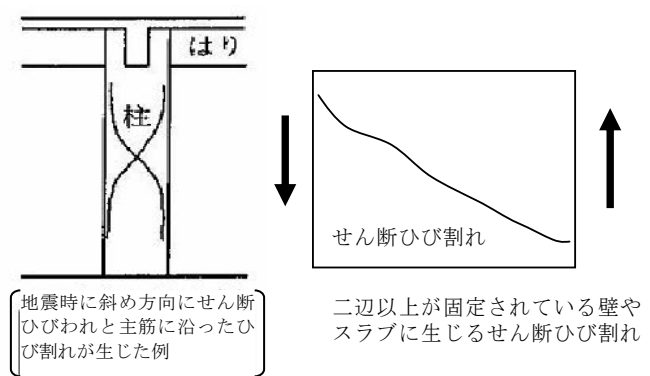


図-5.2.17 せん断ひび割れ

■ひび割れの進行性の判断

ひび割れには、前述したようにひび割れタイプから進行性と非進行性に大別されるが、これは、ひび割れ進行に関する潜在的な性質を指すものであって、実際にひび割れが進行しているかどうかを意味したものではない。進行性のひび割れであっても、一時的に安定して見かけ上、非進行性のような性質を示す場合があり、非進行性のひび割れであっても、複合的な要因によってひび割れが進行する場合がある。

したがって、潜在的なひび割れの進行性、非進行性の評価に加え、実際にひび割れが進行しているかどうかを継続調査により把握することが重要である。ひび割れの進行状況の把握は、ひび割れ展開図の比較によって行う。

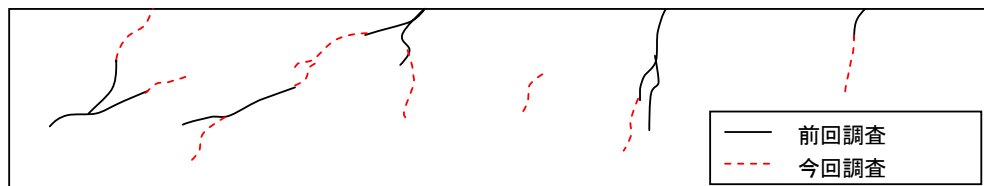


図-5.2.18 ひび割れの進行性

なお、写真はレンズの歪み、撮影地点などによって変状の微妙な形状や位置がずれてしまうので、展開図作成のための基礎資料にとどめる。

■ひび割れ規模の評価方法

ひび割れ規模の判定は、ひび割れ密度とひび割れの分布により行う。

ひび割れ分布の部分的か全面的かの判断は、下図に示すように、壁、柱等でそれぞれについて、ひび割れ展開図上で、ブロック間隔が等分になるよう、概ね1m幅を目安にブロック化し、それぞれのブロックごとのひび割れ密度を求める。

$$\text{ブロック別ひび割れ密度} = \frac{\text{0.2mm以上のひび割れ総延長 (cm)}}{(L \times B)}$$

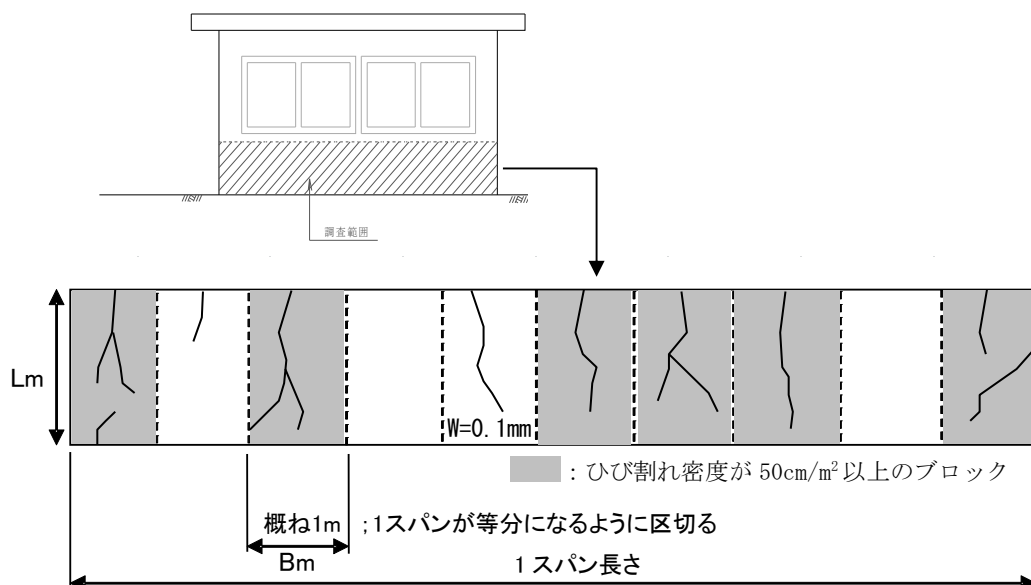


図-5.2.19 ひび割れ規模の考え方

ひび割れ密度が 50 cm/m^2 以上のブロックが 50%以上ある場合を全面的、50%未満を部分的と判断する。

なお、壁、柱、屋根それぞれについてひび割れ密度とひび割れ分布を求めるが、全体としての評価は、例えば、壁 60%、柱 40%、屋根 10%の場合は、壁の 60%で評価して「全面的」とする、というように、最も厳しい評価となる部位を採用する。

なお、ひび割れ以外の変状の部分的か全面的かの判断方法もこれに順ずるが、単位は変状密度でなく、単純にブロック内の変状の有無で判断し、変状有のブロックが 50%以上の場合を全面的とする。

2) 材料劣化（ひび割れ以外の変状）

材料劣化（浮き、剥離・剥落、スケーリング、ポップアウト、析出物（エフロレッセンス・ゲルの滲出）、錆汁、変色、摩耗・風化、漏水（痕跡）、鉄筋露出）は、変状箇所の有無、箇所数、位置を記録する。その他の変状の例として、エフロレッセンス、建屋の変状（防水層の剥離、錆汁、外壁の風化）、豆板、摩耗・風化について示す。

■析出物（エフロレッセンス・ゲルの滲出）

セメント中の可溶性成分（カルシウム塩やアルカリ塩）が水分の移動によってコンクリートの表面に溶出し、水分の蒸散や空気中の炭酸ガスなどの吸収によって析出したもの。エフロレッセンスそれ自体がコンクリート部材性能を低下させることは少ないが、エフロレッセンスは水分移動との関係が深いため、コールドジョイント等の初期欠陥や各種のひび割れを伴っていることが多いため、その他の変状・劣化の発生を疑う必要がある。



写真-5.2.16 エフロレッセンス

■建屋の変状（ひび割れ、外壁の風化、錆汁、防水層の剥離）

建屋の変状は、建屋自体（躯体）に関する変状（ひび割れ等）と防水層の変状（剥離等）に大別される。



写真-5.2.17 ひび割れ



写真-5.2.18 欠損、鉄筋露出



写真-5.2.19 外壁の風化（煤煙、塩害等）

塩分飛来により、鉄筋だけでなくコンクリートの風化も進む



写真-5.2.20 外壁の錆汁



写真-5.2.21 防水層の剥離（外壁）



写真-5.2.22 防水層の剥離（屋根）

■豆板

コンクリート表面や内部に、主として粗骨材だけが集中して空隙の多い不均質な部分が生じる。壁下端に多く見られ、放置するとコンクリートが剥落し、鉄筋が露出する。



写真-5.2.23 豆板

■摩耗・風化

摩耗は、一般に以下のレベルで進行する。摩耗レベル 1 はモルタルがはがれて細骨材が露出している状態で、構造的な耐久性の問題は少ない。摩耗レベル 2 は粗骨材が露出した段階で、耐荷力は保持しているが、摩耗の進行が早まり耐久性に問題を生じる可能性がある。摩耗レベル 3 は、粗骨材が剥落し断面が小さくなる段階なので、摩耗範囲が全面的に展開した場合は、耐荷力の低下をきたす恐れがある。

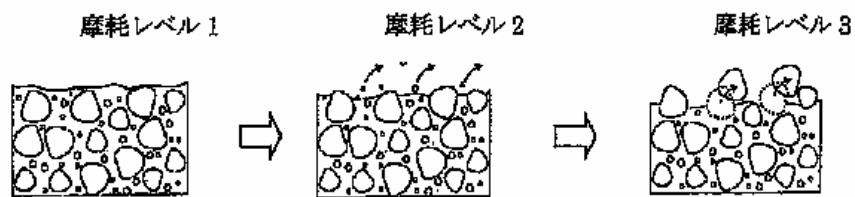


図-5.2.20 摩耗の進行レベル

摩耗は、細骨材・粗骨材の露出・剥落状況を整理し、表-5.2.10のように評価する。

表-5.2.10 摩耗レベルと評価

レベル	状態	部分的な場合	全面的な場合
1	細骨材露出	S-5	S-4
2	粗骨材露出	S-4	S-3
3	粗骨材剥落	S-3	S-2



写真-5.2.24 細骨材の露出



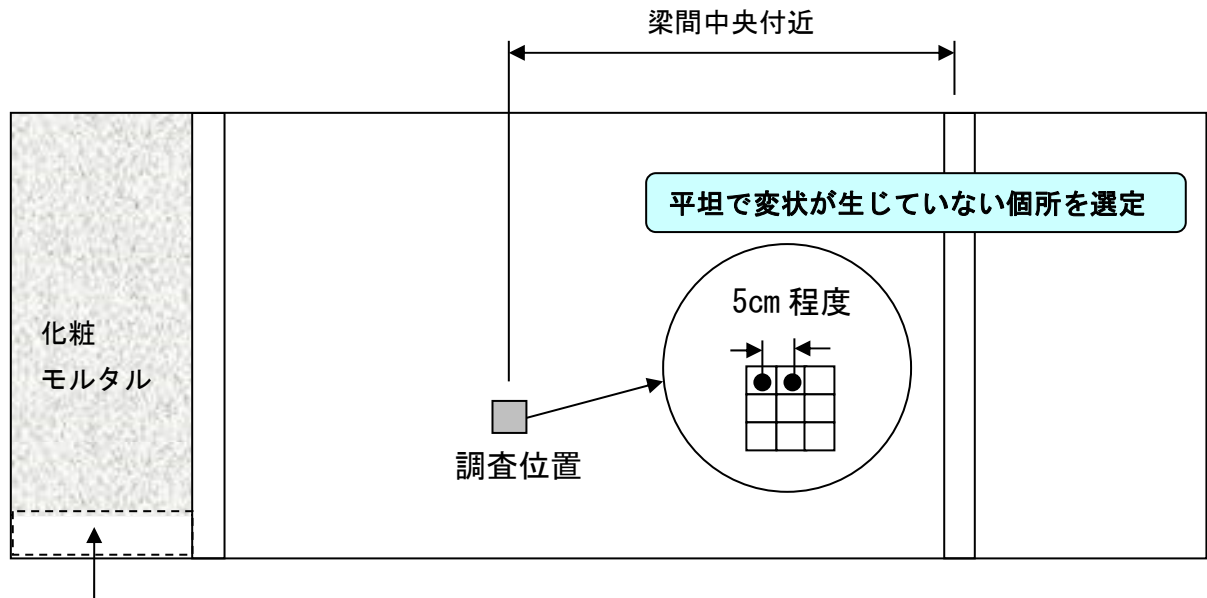
写真-5.2.25 粗骨材の露出

3) 圧縮強度

コンクリートの表面をリバウンドハンマーによって打撃し、その反発硬度から圧縮強度を求める方法である。

リバウンドハンマーの調査位置は、調査のための仮設を必要としない場所を選択し、立ち位置から概ね1.0～1.5mあたりの高さを目安に調査点を選定する(図-5.2.21 参照)。

なお、表面が平坦で縁部から離れた位置を選択する。また、浮きや剥離、ひび割れ、気泡等によって反発の程度に影響を及ぼす可能性のある箇所は避ける。



化粧モルタル等が施されている場合は、影響のないコンクリート面で実施する

図-5.2.21 ポンプ場（建屋の場合）におけるリバウンドハンマー調査位置

リバウンドハンマーによる調査の留意点は以下のとおりである。

■検定の実施

測定に使用するリバウンドハンマーは、反発度の既知なテストアンビル（検定器）を用いて検定を行ったものを使用する。打撃回数 500 回に 1 回程度検定を行う。



写真-5.2.26 テストアンビル

■表面処理

付着物があるような場合には砥石等を用いてこれらを除去する。

■測定

堰柱や導流壁の場合、両面1箇所毎について行い、1箇所につき9回¹⁾打撃を行うものとし同一点は打撃しない。打撃は、測定器を測定面に対して垂直に配置し、ゆっくり壁面に押し付けるようにして打撃する。なお、有効データが9点に満たない場合は、調査を追加する。

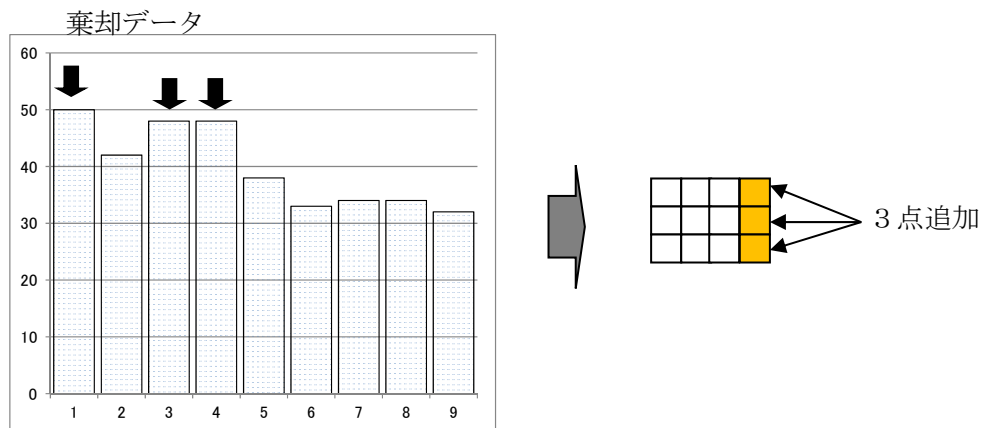
1) コンクリート工学会による

■特異値の除外、平均反発度の算定

記録紙から測定値を読み取り、反響やくぼみ具合などから判断して明らかに異常と認められる値、または、その偏差が平均値の20%以上になる値であれば、その反発度を捨て、これに変わる測定値を補うものとする。反発度は有効な9個の測定値から計算した平均値とする。

(参考) 測定結果

- ・記録紙式（自動計測するものを除く）の場合、有効データが9点に満たない場合は調査点数を追加する。



- ・有効データの範囲

平均値	平均－20%	平均＋20%
20	16	24
30	24	36
40	32	48
50	40	60
60	48	72
70	56	84
80	64	96

■強度の推定

現地調査(定点調査)後に反発度を集計し、角度補正、乾湿状態に応じた補正を行い、換算式により推定強度を求める。

$$F = F_0$$

$$F_0 = 1.27 \times (R + R_1 + R_2) - 18.0$$

ここに、 F : 推定強度(N/mm²)

R : 平均反発度 (有効反発度の平均値)

R_1 : 打撃角度による補正值

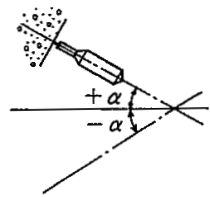
R_2 : コンクリート表面の乾湿による補正值

各補正係数、補正值は以下のように求める。

・ R_1 角度補正

打撃角度(α)が水平でない場合、平均反発度(R)に角度補正值(R_1)を加える。

表-5.2.11 打撃角度による補正值(R_1)

打撃角度(α) 平均反発度(R)	+90°	+45°	±0°	-45°	-90°	備考
10	—	—	—	+2.4	+3.2	
20	-5.4	-3.5	—	+2.5	+3.4	
30	-4.7	-3.1	—	+2.3	+3.1	
40	-3.9	-2.6	—	+2.0	+2.7	
50	-3.1	-2.1	—	+1.5	+2.2	
60	-2.3	-1.6	—	+1.3	+1.7	

※なお、使用機材のマニュアル等に補正係数が示されている場合は、それを用いる。

・ R_2 コンクリート表面の乾湿による補正

定点調査時に乾燥状態にあるコンクリート表面が得られない場合などは、打撃面の状態に応じて下表に示す補正を行う。

表-5.2.12 コンクリート表面の乾湿による補正值(R_2)

打撃面が気乾の場合	補正なし
打撃面が湿っており打撃の跡が黒点になる場合	平均反発度(R)に3を加える
打撃面が濡れている場合	平均反発度(R)に5を加える

(財)国土開発技術研究センター：J I C E 1986年で、圧縮強度と劣化度の関係を下表のように規定している。これに基づき、P C、R C、無筋構造のそれぞれの評価を下表右欄のように設定する。

表-5.2.13 材料別圧縮強度と劣化度

劣化度	設計基準強度比	設計基準強度			評価
		P C 構造 30 N / m ²	R C 構造 21 N / m ²	無筋 18 N / m ²	
I ; なし	100%以上	30 以上	21 以上	18 以上	S-5
Ⅱ ; 中度	75%以上 100%未満	$21 \leq \sigma < 30$	$15 \leq \sigma < 21$	$12 \leq \sigma < 18$	S-4
Ⅲ ; 重度	75%未満	21 未満	15 未満	12 未満	S-3

※ 小数点以下は切り捨て表示とした。

(参考) コンクリートテスターによる圧縮強度試験

コンクリートテスターは、独自の研究により表面劣化の影響を受けにくいコンクリートの強度を推定することが可能である。試験が容易であること（足場の不安定な調査地でも実施可能）、測定結果はパソコンで抽出・加工ができる等の利点があるが、従来のリバウンドハンマーの測定値との相関性が確立されていないことから、使用に当っては、同一施設内でリバウンドハンマー測定値との相関を把握した上で参考値扱いとする等注意が必要である。



写真-5.2.27 コンクリートテスター

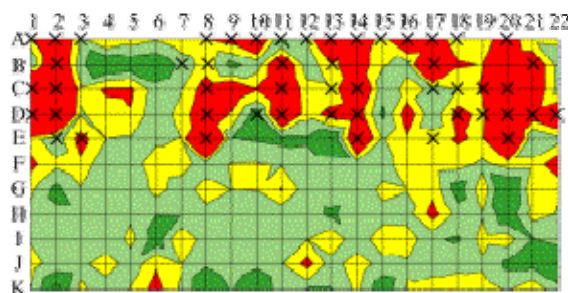


図-5.2.22 コンクリートテスター測定結果例

4) 中性化

ドリルでコンクリートを削孔し、試薬（1%フェノールフタレイン溶液）をしみ込ませた試験紙の反応から中性化深さを測定する。削孔径が小さいので、構造物に対する負担が少なく、非破壊検査に分類されている。なお、調査実施の際には、試薬の反応速度に見合った削孔速度で行い、正確な中性化深さを確認できるように注意する。

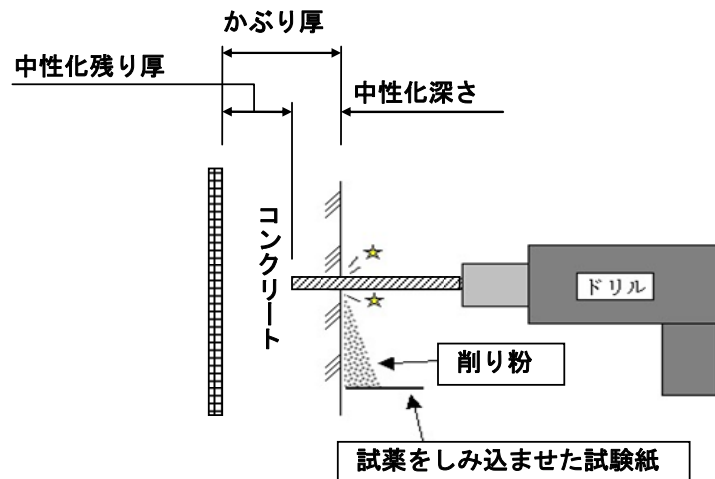


図-5.2.23 ドリル法による中性化試験



写真-5.2.28 ドリル法による中性化試験

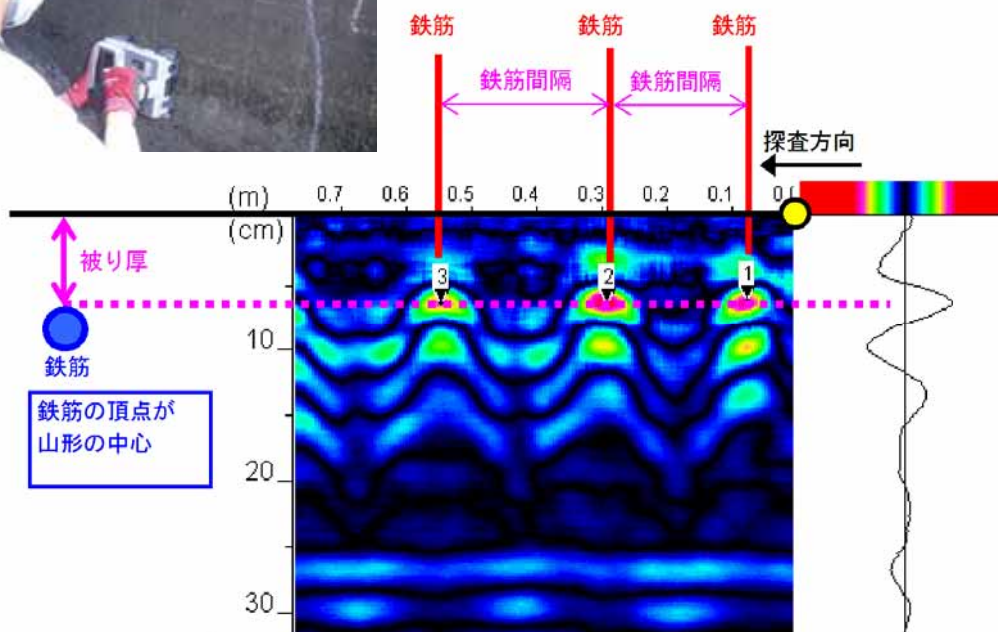
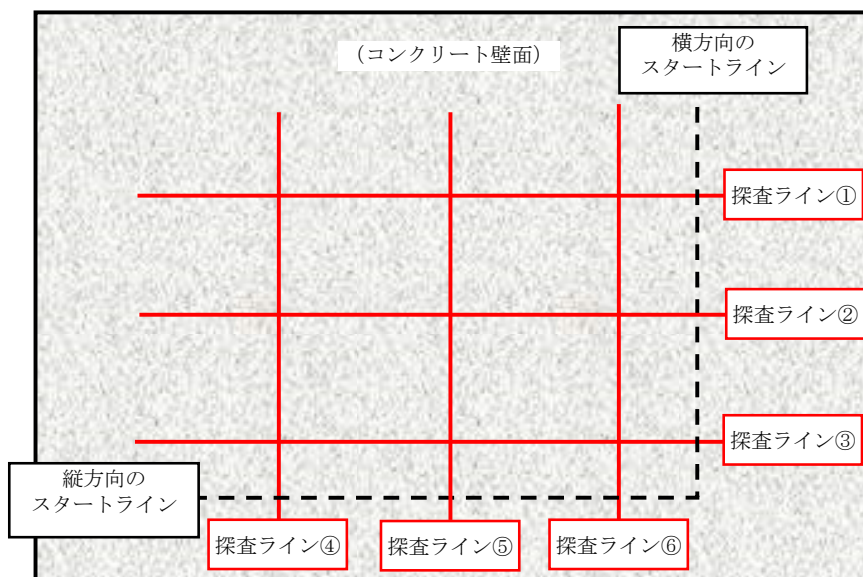
中性化残りは、これまでの実験結果より、15mm以下では鋼材腐食が始まる可能性が高まり、10mm以下では鋼材腐食の進展が見られるとされている。塩害の条件がある場合はさらに発錆条件が厳しく、規準によって中性化残りの限界値の設定が10～15mmの間でばらつきが見られるが、本資料では、10mmを基準値とし、10mm以上では対策不要、10mm未満では対策が必要と評価するものとした。

なお、中性化残り厚を正確に把握するためには、既設コンクリート開水路の鉄筋被り厚を測定しておく必要がある。鉄筋被り厚は、次頁参考に示すような手法により現地で計測する。

(参考) 鉄筋被り厚の測定

【手順：電磁波レーダ法の場合】

- ・測定対象とする配筋と直角方向に探査ライン①～⑥を設ける。
- ・スタートラインを決定し、探査ラインに沿って探査計を走行させる。
- ・探査計の出力波形から鉄筋の径・間隔および被り厚を読み取り、記録する。



5) 構造物の変形・歪み

構造物全体の傾斜や沈下などの損傷の有無についても観察し記録する。この場合は、コンクリート面に接近して目視しても分からない場合があり、構造物全体が観察できる位置から各構造部位を目視する必要がある。また、下げ振り等を用いると側壁の変形・傾きの状態が把握しやすくなる。

ポンプ場の付帯施設として、樋門・樋管があるが、これによく見られる変状として沈下・拔上りがある。特に杭基礎の場合、地盤の沈下により構造物を支持できず、管体クラックや不同沈下、継手の開きなどが発生し、樋門・樋管内に水や泥土が堆積するとともに、堤防に対して拔上りが生じる。拔上りのメカニズムについては、以下に示すとおりであり、現地調査時はこれらのことを十分に考慮しながら、調査を行う必要がある。

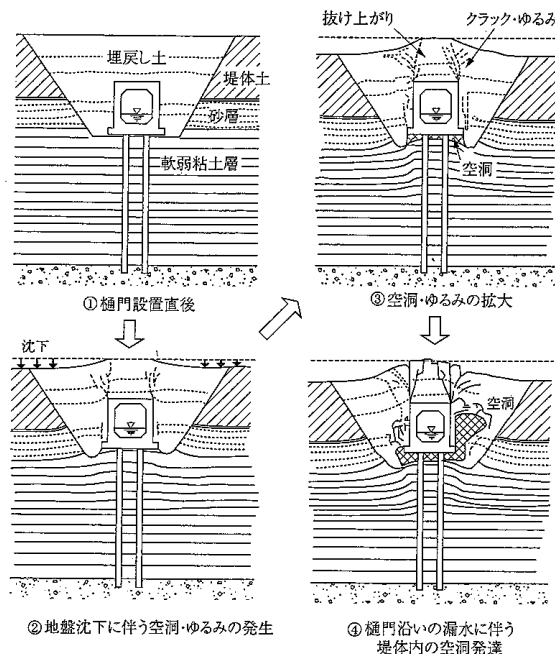


図-5.2.24 拔上りのメカニズム

変形・歪みが発生する原因には、外力によるもの、施工欠陥によるもの、材料劣化による耐荷力低下によるものなど様々である。変形・歪みの原因は、現地の状況から総合的に判断するしかないが、原因の種類に関わらず、変形・歪みが大きい場合は、使用性（水理的な劣化等）や安全性に重大な影響を及ぼすため、変形・歪みの生じている部位や規模によって評価する。

6) 欠損・損傷

欠損、損傷の原因には、施工不良によるものと地震や事故（施工機械による事故も含む）による衝撃、衝突によるものがある。典型的な欠損・損傷は以下のとおりであるが、衝撃・衝突によるもの以外は、一般にモルタル充填などの補修で対応可能である。衝撃・衝突によるものは、構造物自体の異常な変形、欠損を伴う場合が多いので、補強や打換えなどの対策が必要となる場合が多い（表-5.2.14 参照）。

表-5.2.14 欠損・損傷の原因と特徴

区分	内容	特徴
施工不良	充填不足	不十分な締め固めや、施工時の内部応力の発生によりコンクリートが十分に充填されずに、内部空洞が生じたり、コンクリート表面の欠損や表面モルタルの変形、剥離が生じる。表面変状の場合はモルタルによる表面整形が一般的である。
	ジャンカ・豆板	材料の分離や締め固め不足、型枠からセメントペーストの漏れなどにより粗骨材が多く集まって空隙の多い不良部分ができる。一般にはモルタル充填による補修で対応可能であるが、変状規模が大きい場合は、打換えなどで対応している。
	コールドジョイント	コンクリートの打重ね部が一体化せず、不連続な状態になる現象で、ひび割れを伴い、耐久性、耐荷力を低下させる原因となる。一般にはひび割れ補修工法に準じた対応が行われている。
地震・事故等	衝撃・衝突	重機械などの衝突や衝撃により、コンクリートの欠損や変形を生じる。欠損や変形が不自然な場合が多く、耐久性、耐荷力に問題がある可能性が高く、補強や打換えが必要である。

7) 不同沈下

施設全体が観察できる位置から沈下の有無を確認する。また、建屋と場内舗装面等とのズレや段差（高低差）を計測し沈下量を把握する。



写真-5.2.29 不同沈下による段差計測

8) 背面土の空洞化

目視調査する際にテストハンマーなどを用いた打音法を併用することにより、コンクリート表面近傍の浮き、剥離、空洞の有無をある程度把握できる。

テストハンマーによる打音法はコンクリート表面をテストハンマーで打撃し、その音質によりコンクリート表面近傍の変状及び背面の空洞化の有無を推定し、表-5.2.15のように評価する。

表-5.2.15 空洞化の判定方法

音 質	空洞化の可能性
カンカン・キンキンなど硬い音がする	空洞化は起きていない
ボコボコのように鈍い音がする	空洞化が起きている可能性が高い

(5) 調査頻度

調査頻度は、概ね3～5年間隔を標準とし、下記に示すような条件下では、必要に応じて適宜調査間隔を短縮する。

- ・ 供用年数が長い（30～40 年以上）、あるいは事故など発生頻度が近年高くなっている地区
- ・ 事故によるリスクの大きい施設。例えば受益面積の大きい施設、あるいは住宅地、公共施設が隣接し、事故による第三者影響が大きい施設。
- ・ 中性化試験（ドリル法）は、施設への一部損傷を伴うことを考慮し、劣化進行程度により調査頻度を調整する。劣化要因判定表により、中性化の危険性が高いと判断された施設については、中性化試験を必ず実施する。

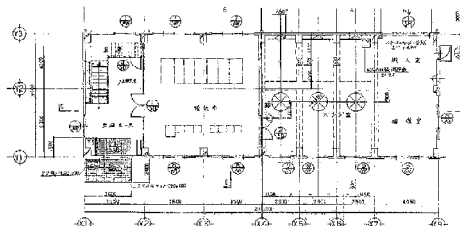
ただし、前回調査の結果、中性化残りが20mm以上の場合は、10年程度の調査間隔を空けてもよい。

なお、劣化の進行がほとんど見られない施設であっても、将来の劣化を予測するために一定期間毎に調査を行うことが必要である。

(6) 現地調査(定点調査)票

ポンプ場の現地調査(定点調査)票の記載例を表-5.2.16～表-5.2.18 及び図-5.2.25 に示す。

表-5.2.16 ポンプ場の現地調査(定点調査)票 (1/3) 記載例

整理番号			調査年月日	平成〇年〇月〇日	
地区名	S川沿岸地区		記入者	〇〇コンサルタンツ(株)	
施設名	T揚水(用水)機場		調査部材番号	例;W-1	
定点調査番号	1831		建物	建屋、西側内外壁	
劣化要因の評 (劣化要因判定表による)	劣化要因	評価点	特記事項(可能性のある劣化要因等)		
	中性化		構造外力(不同沈下)		
	塩害				
	A S R				
	凍害	△			
	化学的腐食				
	疲労				
	摩耗・風化	△			
構造外力	○				
調査部位	規格	調査施設概要図			
	9.60m×27.30m				
データ整理No.	スケッチNo.	☒ あり	☐ なし	No.	
	写真No.	☒ あり	☐ なし	No.	
変 状 項 目			変状の状態・程度		
ひび割れ	ひび割れ最大幅 ※()の値は厳しい腐食環境の場合に適用する。		☐ 0.2mm未満 ☒ 0.2mm以上～1.0mm未満 ☐ 1.0mm以上 (0.2mm未満) (0.2mm以上～0.6mm未満) (0.6mm以上)		
	最大幅ひび割れの延長		実測値 0.35 (mm)		
	ひび割れ延長	幅2.0mm以上	0.10 (m)		
		幅1.0mm以上2.0mm未満	0.00 (m)		
		幅0.20mm以上1.0mm未満	2.06 (m)		
		幅0.20mm未満	1.90 (m)		
	ひび割れ形状 ※複数指定可		☒ 1.目地間中央や部材解放部の垂直ひび割れ ☐ 2.特徴的な形状を示さないひび割れ ☐ 3.格子状・亀甲状などのひび割れ ☒ 4.側壁を横切るような水平もしくは斜めのひび割れ ☐ 5.鉄筋に沿ったひび割れ		
	進行性(前回との変化)		☐ あり		
	ひび割れ規模		☐ ひび割れ密度:ひび割れ幅0.2mm以上のものが50cm/m ² 以上 ☐ 全体的(表面の50%以上)		
	ひび割れ付随物(析出物、錆汁、浮き)		☒ あり		
	ひび割れからの漏水		☐ 滲出し、漏水跡、滴水 ☐ 流水、噴水		
	ひび割れ段差		☐ あり		
材料劣化	※いずれか該当するチェックボックスに印をつけ、右欄に計測値を記入する。				
	浮き	☐ 部分的(表面の50%未満) ☐ 全体的(表面の50%以上)	0.00	(m ²)面積	
	剥離・剥落・スケーリング [*]	☐ 部分的(表面の50%未満) ☐ 全体的(表面の50%以上)	0.00	(m ²)面積	
	析出物(エフロレッセンス・ゲルなど)	☐ 部分的(表面の50%未満) ☐ 全体的(表面の50%以上)	0.00	(cm)深さ	

※劣化要因は「開水路」の劣化要因推定表を適用している(詳細は「計画編」参照)。

表-5.2.17 ポンプ場の現地調査(定点調査)票 (2/3) 記載例

変 状 項 目		変状の状態・程度		
材料劣化	錆汁	☐ あり		- (箇所)
	摩耗・すりへり	☐ 1.細骨材露出 ☐ 2.粗骨材露出 ☐ 3.粗骨材剥離 ☐ 全体的 (表面の50%以上)		
		- (m ²) 面積		
	鉄筋露出	☐ 部分的 (表面の50%未満) ☐ 全体的 (表面の50%以上)		
圧縮強度	反発硬度法 (左・右側壁)	測定No.	内-1	22.7
		測定No.	外-1	22.7
	平均値	☒ 21N/mm2以上 ☐ 15N/mm2～21N/mm2 ☐ 15N/mm2未満		
中性化深さ	ドリル法	測定No.	外-2	1.0 (mm)
	鉄筋被り (測定値または設計図書による)			60.0 (mm)
	中性化残り=鉄筋被り-中性化深さ			- (mm)
	平均値	☒ 中性化残り10mm以上 ☐ 中性化残り10mm未満		
変形・歪み	変形・歪みの有無	☐ 局所的 (施設の一部のみで発生) ☐ 全体的 (変状が構造物全体にある)		
	変形・歪み箇所の略図 なし			
欠損・損傷	欠損・損傷の有無	☐ 局所的 (施設の一部のみで発生) ☐ 全体的 (変状が構造物全体にある) - (箇所)		
不同沈下	構造物の沈下・蛇行	☐ 局所的 (施設の一部のみで発生) ☐ 全体的 (変状が構造物全体にある)		
地盤変形	背面土の空洞化	☐ 局所的 (施設の一部のみで発生) ☐ 全体的 (変状が構造物全体にある)		
	周辺地盤の陥没 ひび割れ	☒ 局所的 (施設の一部のみで発生) ☐ 全体的 (変状が構造物全体にある)		
	抜上がり (目視)	☒ 20cm未満 ☐ 20cm～50cm ☐ 50cm以上		
目地の変状 (建屋)	目地の開き	☐ 局所的 (施設の一部のみで発生) ☐ 全体的 (変状が構造物全体にある) - (mm)		
	目地の開きの進行性	☐ 有		
	目地からの漏水の状況	☐ 漏水跡、滲出し、漏水		
防水材の変状 (建屋)	防水材の剥離	☐ 局所的 (施設の一部のみで発生) ☐ 全体的 (変状が構造物全体にある) - (箇所)		
	漏水の状況	☐ 漏水跡、滲出し、漏水		
目地の変状 (付帯構造物)	目地の開き	☐ 局所的 (施設の一部のみで発生) ☐ 全体的 (変状が構造物全体にある) - (mm)		
	目地の段差	☐ 局所的 (施設の一部のみで発生) ☐ 全体的 (変状が構造物全体にある) - (mm)		
	止水板の破損	☐ あり - (箇所)		
	目地からの漏水の状況	☐ 滲出し、漏水跡、滴水 ☐ 流水、噴水 - (箇所)		
	周縁コンクリートの欠損等	☐ 局所的 (施設の一部のみで発生) ☐ 全体的 (変状が構造物全体にある) - (箇所)		

表-5.2.18 ポンプ場の現地調査(定点調査)票 (3/3) 記載例

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】 例) ・ 軟弱地盤上の外部付属施設で不同沈下によるひび割れが一部みられる ・ 緊急性は低いが監視の継続が必要
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 ☐ 2.中性化 ☐ 3.塩害 ☐ 4.アルカリ骨材反応 ☐ 5.凍害 ☐ 6.化学的腐食 ☐ 7.疲労 ☐ 8.摩耗・風化 ☐ 9.過荷重 (地震含む) ☐ 10.近接施工 ☐ 11.支持力不足 ☐ 12.外力 (緩み土圧、塑性土圧、偏圧) ☒ 13.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】

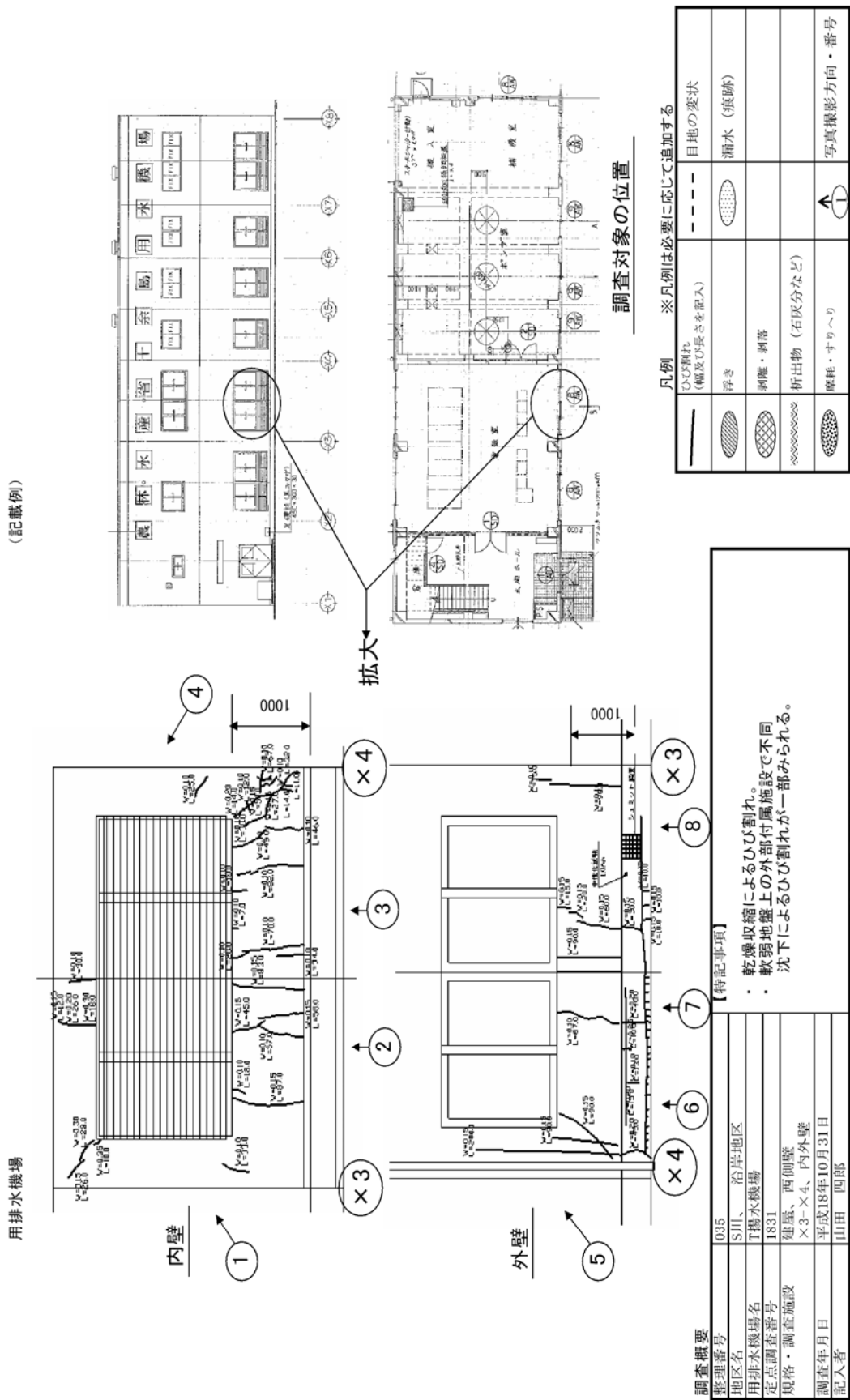


図-5.2.25 ポンプ場の現地調査(定点点調査)スケッチ図例

(※調査位置が分かる図面をつける。複数枚になってもよい。)

5.3 機能診断評価

5.3.1 評価の手順

施設の機能診断評価は、施設の状態からみた健全性の評価によって行うが、当該施設の性能低下をもたらす要因によって、その後の劣化進行が大きく変わることから、当該施設の性能低下の主要な要因（支配的要因）を特定し、当該要因に適した手法によって、現在の健全度の評価及び劣化の予測を行う。

このため、施設の種類に応じて、構造部材の劣化による性能低下（内部要因）、地盤沈下や荷重など外部の要因による性能低下（外部要因）、その他の要因による劣化と、大きく分類し、検討を行う。

また、構造部材の劣化特性は、ひび割れタイプや劣化環境（鉄筋腐食環境）によっても大きく異なるため、これらを考慮して評価を行う。

【解説】

施設の性能低下には、かならずその要因が存在し、当該要因の内容如何により、現状評価や劣化予測の手法が自ずと異なることとなる。このため、まず大きく、以下の3つに主要な要因を分類し、これについてその後の検討を行う。

(1) 性能低下の要因

- ・ 内部要因（コンクリート等材料そのものの劣化）
コンクリートの摩耗、塩害、中性化、凍害、複合的な要因による劣化など
- ・ 外部要因（構造物の変形・変位・損傷など）
地震、荷重、圧密沈下など
- ・ その他の要因
コンクリート水路の目地を別途検討する場合など。ただし、水管理やゴミ、雑草などによる構造的劣化に帰結しない水理性能の低下は別途検討するものとし、本資料では取り扱わない。

(2) ひび割れタイプ

- ・ 初期ひび割れ
乾燥収縮や温度ひび割れなど施工中や施工直後に現れるひび割れで、初期の段階で適切な対策を施せば、劣化が進行しない（あるいは緩慢）タイプのひび割れ。
- ・ 劣化要因不特定
主たる劣化要因がなく、様々な軽微な劣化要因が複合したタイプ。
- ・ ひび割れ先行型
部材表面から劣化が進行するもので、先にひび割れ症状が現れ、鉄筋腐食はひび割れがある程度進行してから起こるタイプ。
- ・ 鉄筋腐食先行型
鉄筋腐食が先行し、ひび割れ等の表面劣化がその後に現れるタイプで、中性化、塩害に代表される。

(3) 厳しい腐食環境

鉄筋腐食が起きやすい中性化や塩害の環境下にあり、劣化要因推定表（計画編参照）で中性化又は塩害の関連性が高い場合を対象とする。

5.3.2 機能診断評価の方法

機能診断評価は、工種別の現地調査（定点調査）結果を施設状態評価表に当てはめることで実施する。この施設状態評価表は、個別の変状項目について施設の機能に与える影響を勘案して、重み付けがされており、項目間の相対的なバランスが確保されている。

5.3.3 施設状態評価に基づく健全度評価

健全度の評価は、外観目視調査を基本とした「施設の状態」に基づいて、鉄筋コンクリートの材料劣化、外力増加による構造安定性の低下、付随設備の性能低下を総合的に評価する。

【解説】

「施設の状態」は、以下に示す「施設の健全度」のランクを決定する目的で実施する。

機能診断調査においては、構造物の劣化進行過程に関するデータも同時に蓄積するものとし、今後の機能診断データの蓄積に応じて、劣化現象別の評価や対策が可能な診断に移行することを指向する。また、施設の状態評価は、「コンクリート構造物」、「周辺地盤」、「その他の付随設備」のそれぞれについて実施し、総合化して全体評価を行う。

表-5.3.1 ポンプ場の健全度ランクの設定

健全度 ランク	施設の状態	現象例	対応する 対策の目安
S-5	変状がほとんど認められない状態。	① 新設時点とほぼ同等の状態。 (劣化過程は、潜伏期)	対策不要
S-4	軽微な変状が認められる状態。	① コンクリートに軽微なひび割れの発生 や摩耗が生じている状態。 (劣化過程は、進展期)	要観察
S-3	変状が顕著に認められる状態。 劣化の進行を遅らせる補修工事 などが適用可能な状態。	① 鉄筋に達するひび割れが生じている。 あるいは、鉄筋腐食によるコンクリート の剥離・剥落が生じている。 ② 摩耗の進行により、粗骨材の剥落が生 じている。 (劣化過程は、進展期から加速期に移行す る段階)	補修・補強
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。補 強を伴う工事により対策が可能 な状態。	① コンクリートや鉄筋の断面が一部で欠 損している状態。 ② 地盤変形や背面土圧の増加によりコン クリート躯体に明らかな変形が生じて いる状態。 (劣化過程は、加速期、又は劣化期に移行 する段階)	補強・補修
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。補強では経 済的な対応が困難で、施設の更 新が必要な状態。	① 貫通ひび割れが拡大し、鉄筋の有効断 面が大幅に縮小した状態。S-2 に評価 される変状が更に進行した状態。 ② 補強で対応するよりも、更新の方が 経済的に有利な状態。 (劣化過程は、劣化期)	更新

*同欄の記載内容は目安として示したものであり、健全度ランクに対応する対策の必要性の有無及びその内容は、重要度や影響度、劣化要因、劣化の進行性等に応じ検討するものとする。

5.3.4 機能診断評価

ポンプ場の評価は、それぞれの構成施設の機能の相互関連性に視点を向けることが必要である。また河川から直接取水する施設の場合は、水利用機能だけでなく、治水機能にも十分配慮して評価する必要がある。

【解説】

(1) 機能診断評価のポイント

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。

なお、ポンプ場を構成する施設・設備の健全度の評価に当たっては、施設・設備ごと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作成することなどにより、構成要素ごとに評価を行う。

ポンプ場の機能診断評価の留意点は表-5.3.2のとおり。

表-5.3.2 ポンプ場の機能診断評価のポイント

評価箇所	評価のポイント
建屋	- 鉄筋コンクリート構造物としての一般的な材料劣化について評価する他、雨水に対する防水性に留意して評価する。 柱、梁は建屋の耐荷性上最も重要な部材であり、ひび割れの発生場所や形状に留意し、劣化の特徴・原因の把握に努めるとともに、一体化している他の部材への影響の有無に留意して評価する。
吸水槽・吐水槽	鉄筋コンクリート構造物としての一般的な材料劣化について評価する他、他の連続する構造物との水理的な連続性や構造的な安定性の評価のために不同沈下の状況に留意する。
樋門・樋管工	- 樋門・樋管工で直接外観目視調査が困難な場合は、以下に示すような特徴を考慮し、周辺地盤、堤防の状況から変状・劣化を間接的に評価する。 - 樋門工直上堤体の段差（拔上がり、拔下がり）により管体周囲に空洞が発生している可能性を評価する。 ※ 段差が 20cm 以上になっている場合は管体周囲に空洞が発生している可能性が高く、50cm 以上ではほぼ間違いなく空洞が発生していると考えられる。 - 堤内地側法尻に漏水が発生している場合は、空洞化、パイピングなどが生じている疑いがある。 - 洪水時に排水本川と地区内水路の流水の色が大きく変化（濁水）している場合は漏水の疑いがある。 - 地盤に緩みが生じている場合、植生が急変していることが多い。
送水路	水路の評価方法に順ずる。
沈砂池・遊水池	護岸形式によって、該当する水路形式により評価する。

(2) ポンプ場の状態評価

ポンプ場の状態評価は、表-5. 3. 3 に基づいて行う。

表-5. 3. 3 機能診断調査結果に基づく施設状態評価表（ポンプ場）記載例

機能診断調査結果に基づく施設状態評価表(用排水機場) 記載例																	
地区名		S地区		評価年月日		平成22年10月24日											
施設名		T揚水(用水)機場		評価者		山田 三郎											
定点調査番号		1831		調査部材番号		建屋 西側 内外壁											
施設の状態		S-5:変状なし S-4:変状兆候(要観察) S-3:変状あり(補修) S-2:顕著な変状あり(補強) S-1:重大な変状あり(改築)															
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	総合評価							
内部要因	構造物自体の変状	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 [0.2~0.6mm] 0.2~1.0mm	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	S-3									
			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 [0.2~0.6mm] 0.2~1.0mm	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 [0.2~0.6mm] 0.2~1.0mm	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もしくは斜めのひび割れ 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 [0.2~0.6mm] 0.2~1.0mm	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				S-3								
		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									
		ひび割れ付随物 (析出物、錆汁、浮き)			無	(2) 有		又は									
		ひび割れからの漏水			無	(3) 滲出し、漏水跡、滴水		流水、噴水									
		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	S-3											
		剥離・剥落	無	部分的	全体的												
		析出物(エフロレンス・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	粗骨材剥離						—						
		鉄筋露出の程度			無						部分的	全体的					
		圧縮強度 反発強度法 (圧縮強度換算)	21N/mm2以上	15~21N/mm2	15N/mm2未満						S-4						
		中性化 ドリル法 (中性化残り)	残り10mm以上	残り10mm未満	S-3												
		外部要因	構造物周囲の変状	変形・歪み	変形・歪みの有無						無	局所的	全体的	S-5	S-5		
				欠損・損傷	欠損・損傷の有無						無	局所的	全体的	S-5			
不同沈下	不同沈下(目視)			無	局所的	全体的	S-5										
地盤変形	背面土の空洞化			無	局所的	全体的	S-5										
	周辺地盤の陥没・ひび割れ			無	局所的	全体的											
	抜け上がり(埋設構造物)			無	20cm未満	20~50cm		50cm以上									
その他の要因	構造物付随物の変状	建屋 (外壁) (内壁) (屋根)	目地の変 状	目地の開き	無	局所的	全体的	S-3									
				目地開きの進行性	無	有											
				目地からの漏水の状況	無	漏水跡、滲出し、滴水											
			防水材の変状	防水材の捲り・剥離	無	局所的	全体的										
				漏水の状況	無	漏水跡、滲出し、滴水											
		付帯施設	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										
				止水版の破断	無	有											
				漏水の状況	無	漏水後、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										

- 注1) 「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2) 「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3) 「1ランクダウン」については、1変状項目あたり1回のみの有効であり、複数の「1ランクダウン」があってもランクダウンは1階級のみとする。
 注4) 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思われる支配的要因を検討し、その評価区分を採用する。
 注5) 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。
 注6) 圧縮強度及び中性化の調査は、必要に応じて実施する。
 注7) 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8) ひび割れ幅における[0.6mm]は、厳しい腐食環境の場合適用する。

【参考】ポンプ場の総合評価(健全度評価)

ポンプ場を構成する施設・設備の健全度の評価に当たっては、施設・設備ごと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作成することなどにより、構成要素ごとに評価を行う。

施設状態の適切な評価のためには、各施設や地域の条件等を加味することが必要となる。ストックマネジメントに係る基礎的なデータ蓄積のため、基本的な評価項目と評価区分を共通化することとする。

5.4 専門的調査

専門的調査を実施している、あるいは計画している施設では、機能診断調査の現地調査地点を同一地点とし、調査の合理化と機能診断調査手法の精度向上に資することが望ましい。

また、機能保全対策を具体的に実施する段階では、「農業水利施設のコンクリート構造物調査・評価・対策工法選定マニュアル」、「農業水利施設の長寿命化の手引き」を参考に専門的調査を実施し、適切な対策工法の選定を行う必要がある。

【解説】**5.4.1 専門的調査への移行**

機能保全対策の長期計画や基本計画段階では、外観目視調査を主体とする調査で十分であるが、具体的に機能保全対策を実施する段階では、ひび割れの発生場所、幅、形状、規模（密度）の他に、ひび割れ深さやコンクリート材質の劣化、鉄筋の腐食状況などの情報が必要となる場合が少なくない。

例えば、下表は鉄筋コンクリートの劣化判定基準の例であるが、判定項目はひび割れ深さ、全塩化物濃度、中性化残り、自然電位が用いられているように、専門的調査でなければ得られない項目が判定基準として用いられている。

このように、機能保全対策の具体的実施段階では、評価の精度を上げるために専門的調査が必要であるが、機能診断調査でも、評価精度を向上するために、専門的調査を実施している施設の調査結果の有効活用や、必要に応じてサンプル調査を実施することが望ましい。

表-5.4.1 鉄筋コンクリートの劣化判定基準例

「コンクリート構造物の補修・補強技術の現状と今後の展望」H14年度, P. 4, (社)日本土木工業協会

損傷度	ひび割れ深さ d	全塩化物量 $C\ell$	中性化残り X_c	自然電位 E (mV) (鉄筋の腐食計測)
I	1/2 被り > d	$0.3 \text{ kg/m}^3 > C\ell$	$X_c \geq 1/2$ 被り	$E > -150$
II	被り > d $\geq 1/2$ 被り	$1.2 > C\ell \geq 0.3 \text{ kg/m}^3$	1/2 被り > $X_c \geq 10 \text{ mm}$	$-150 \geq E > -250$
III	d $\geq$ 被り	$2.5 > C\ell \geq 1.2 \text{ kg/m}^3$	$10 > X_c \geq 0$	$-250 \geq E > -350$
IV	d $\geq$ 被り	$C\ell \geq 2.5 \text{ kg/m}^3$	$0 > X_c$	$-350 \geq E$

I 補修不要 II 補修が望まれる III 早い時期の補修 IV 緊急の補修・補強対策

施設状態から見た専門的調査方法の目安を表-5.4.2 に示す。

表-5.4.2 施設の状態から見た専門的調査方法の目安

変状タイプ		専門的調査の方法の目安	
		健全度 S-3	健全度 S-2、S-1
ひび割れタイプ	初期ひび割れ	- 他の変状が伴っていない場合はひび割れ幅、深さ、範囲を精査する程度で、特に専門的調査は必要としない。 - 析出物等の他の変状が伴っている場合は、コア（又は小口径コア）採取による物性試験（圧縮強度、塩化物イオン濃度、中性化深さ等）を実施し、他の劣化要因が併発していないかどうかを把握するのが望ましい。	- 他の変状が伴っていない場合はひび割れ幅、深さ、範囲を精査する程度で、特に専門的調査は必要としない。 - 析出物等の他の変状が伴っている場合は、コア（又は小口径コア）採取による物性試験（圧縮強度、塩化物イオン濃度、中性化深さ等）を実施するのが望ましい。
	鉄筋腐食先行型	コア（又は小口径コア）採取による物性試験（圧縮強度、塩化物イオン濃度、中性化深さ等）を実施するのが望ましい。	- コンクリートはつりによる鉄筋腐食状況調査を実施するのが望ましい。 - 同時に塩化物イオン濃度、中性化深さの精査を行うのが望ましい。
	ひび割れ先行型	- 剥離・スケーリング深さを計測する。 - 析出物等の他の変状が伴っている場合は、コア（又は小口径コア）採取による物性試験（圧縮強度、塩化物イオン濃度、中性化深さ等）を実施し、他の劣化要因が併発していないかどうかを把握するのが望ましい。	- コア採取（又は小口径コア）による物性試験（圧縮強度、塩化物イオン濃度、中性化深さ等）を実施する。 - 錆汁、析出物等のその他の変状が併発している場合は、コンクリートはつりによる鉄筋腐食状況調査を実施するのが望ましい。
	外力によるひび割れ	- 荷重条件のチェックを行う。 - 析出物等の他の変状が伴っている場合は、コア（又は小口径コア）採取による物性試験を実施し、他の劣化要因が併発していないかどうかを把握するのが望ましい。	- 荷重解析（構造の安定解析）を行う。 - 析出物等の他の変状が伴っている場合は、コア（又は小口径コア）採取による物性試験を実施し、他の劣化要因が併発していないかどうかを把握するのが望ましい。
変形・傾き・不同沈下		構造物の形状計測により変形・傾き・不同沈下を精査する。	構造物の形状計測により変形・傾き・不同沈下を精査するとともに、構造の安定解析を行うのが望ましい。
目地の変状		- 目地周辺の本体工や地盤に変状が及んでいない場合は、特に専門的調査は必要ない。 - 周辺地盤の変状が疑われる場合には、背面土の掘削による確認を行う。	—