

3. 機能診断調査手法

3.1 施設の機能の分類と劣化要因

施設の機能は、①「構造機能」、②「水理機能」、③「管理機能」に分類できる（下図参照）。

構造機能とは、施設本体の力学的安全性、耐久性、安定性等に関連する機能である。腐食、亀裂、破損、変形等が構造機能の低下の指標となる。機能診断に当たっては、これらの指標について調査し、個々の施設部材毎に状況を把握する必要がある。

水理機能とは、地下水排除施設における地下水の集水・排水性能、地下水排除工の流末施設あるいは承水路における地表水の排水性能に関する機能である。これらの施設では、地すべりブロック内の地表水又は地下水を地すべりブロック外へ速やかに排除する水理機能が求められている。部材の破損等による施設の構造機能の低下に伴い水理機能が低下する場合がある。さらに、構造機能は保持されていても水抜きポーリング孔等の目詰まり、土砂や植物の堆積による承水路や集水柵等の閉塞・埋没等によって水理機能が低下する場合がある。水理機能の低下により溢水が生じて水路沿い地盤の洗掘を引き起こし、施設自体の破損につながることもある。水理機能については、施設の集水量あるいは排水量、水抜きポーリング孔等の孔口の目詰まり程度、承水路等の閉塞程度等が機能低下の指標となる。

管理機能とは施設の維持管理に必要な機能である。集水井工において安全確保のための天蓋や安全柵、集水井内に入りし保守・点検を行うための点検梯子等において管理機能の維持が求められる。管理機能は、構造機能と同様に、施設部材の腐食、亀裂、破損、変形等が機能低下の指標となる。

機能診断調査においては、施設に必要な上記の機能を維持する観点から、各種の指標について調査を行って機能低下の状況を明らかにし、施設の健全度の評価を行う。

<施設機能の区分>

①構造機能

【主な診断対象】

- ・ 集水井本体
（ライナー、補強リング等）
- ・ 水抜きポーリング工本体
- ・ 承水路工本体

②水理機能

【主な診断対象】

- ・ 集水井工
集水ポーリング
排水ポーリング
- ・ 水抜きポーリング工
水抜きポーリング孔
集水柵、流末施設等
- ・ 承水路工
水路本体、連結集水柵、落差工壁

③管理機能

【主な診断対象】

- ・ 集水井付帯施設
（天蓋、点検梯子、安全柵等）

施設の機能診断を行って機能維持のための対策を検討する際には、機能低下の要因を考慮することが重要である。機能の低下要因には、施設そのものの劣化に関わる内部要因及び施設に対して外力等を与える外部要因がある。機能低下の要因としては、沈下等の地盤の変形や斜面の崩落、施設が設置された地盤の地質・土質、地表水や地下水の水質、潮風、植生等の周辺環境が大きく関わっている場合が多く見られる。

例えば、地下水の水質が施設の劣化・機能低下に影響を与える場合がある。火山や温泉地帯

等では、酸性あるいは塩化物イオンに富む地下水による金属部材の腐食が想定される。また、鉄酸化細菌（鉄酸化菌、鉄細菌、鉄バクテリア等）が形成するスライムによる目詰まりには、地下水の鉄濃度や酸素飽和度等が関連している。

農林水産省農村振興局の調査によると、水抜きボーリング孔における鉄酸化細菌スライムの目詰まりは、日本海側等の新第三紀～第四紀の堆積岩・火山岩が分布している地すべり地で多く見られ、中生層や変成岩類が分布している地域では少ない傾向にある。地質の違いが地下水の水質に反映され、目詰まり発生状況に違いが生じたと考えられる。

施設の機能低下の内容と推定される要因、要因に着目した機能診断調査の方法を表 3.1 に示す。このような要因が確認されて、劣化・機能低下の進行が速いことが想定される場合には、当該施設について概査実施の優先順位を上げ、点検の実施頻度を高くするとともに、要因に対応した適切な対策を検討することが重要である。

表 3.1 施設の機能低下の内容と推定される要因

工程	関連する機能	機能低下の内容	機能低下に関わる要因	機能診断調査における指標 (地盤変動に関わるもの以外)	機能診断調査方法 (目視点検以外)
水抜きボーリング	水理	水抜きボーリング孔の目詰まり 導水パイプの目詰まり	鉄細菌スライム、植物(根、藻類等)、土砂流入	地下水の鉄イオン濃度 土質・地質(未固結砂等)	排水量計測
	構造	鋼製保孔管の腐食 (部材厚減少、穿孔、集水スリット閉塞)	地下水水質(水素イオン、塩化物イオン等) 細菌(硫化水素)、土質・地質	供用年数 地下水のpH、塩化物イオン濃度	孔内カメラ観察
	構造	水抜きボーリング内部の変形・破損 (破断、折れ曲がり、座屈)	地盤変動(地すべり、表層崩壊、地盤沈下、地震等) 管材の強度低下		検尺棒等の挿入 孔内カメラ観察
	構造	水抜きボーリング孔口の変形・破損・埋没 導水パイプの破損、脱落 孔口保護工・集水網の変形・傾き・破損	地盤変動、管材の強度低下、積雪	年間最大積雪深	変位量(亀裂幅)計測
	水理	集水網内の堆積、排水流末の不具合	土砂流入、落葉、倒木	施設近傍の崩壊 施設近傍の樹木の有無	
集水井	水理	集・排水ボーリングの目詰まり 井筒内壁集水孔の目詰まり	鉄細菌スライム、植物、流入土砂、 井筒内落下物(植物等)	地下水の鉄イオン濃度 土質・地質(未固結砂等) 施設近傍の樹木の有無	排水量計測
	構造	集・排水ボーリング鋼製保孔管の腐食 (部材厚減少、穿孔、集水スリット閉塞)	地下水水質(水素イオン、塩化物イオン等)、 細菌(硫化水素)、土質・地質	供用年数 地下水のpH、塩化物イオン濃度	検尺棒等の挿入 孔内カメラ観察
	構造	集・排水ボーリング内部の変形・破損 (破断、折れ曲がり、座屈)	地盤変動、部材の強度低下		検尺棒等の挿入 孔内カメラ観察
	構造	排水ボーリング排水口の変形・破損	地盤変動、管材の強度低下、積雪	年間最大積雪深	
	水理	排水流末の不具合	地盤変動、土砂流入、落葉、倒木	施設近傍の崩壊	
	構造	井筒全体の変形 (傾き、沈下、浮き上がり、歪み)	地盤変動、部材強度の低下		下げ振り計測
	構造	管理 金属材料(井筒部材、天蓋、点検梯子、安全 柵等)の腐食(部材厚減少、欠損)	材質(メッキ、防食の有無等) 地下水水質(水素イオン、塩化物イオン等)、 細菌(硫化水素) 湿潤、酸性雨、風送塩 土質・地質	供用年数 施工年度(防食措置) 地下水のpH、塩化物イオン濃度 地下水位(井筒内湧水) 海岸からの距離	ハンマー打音調査 シュミットハンマーテスト 部材厚計測
	構造	コンクリート材料(RCセグメント、口巻コン クリート、底張コンクリート)の劣化・破損 (亀裂等)	地盤変動、コンクリートの中性化、凍結融解、 鉄筋の腐食	年間最低気温	変位量(亀裂幅)計測 コンクリート中性化試験
	構造	口巻コンクリート基礎地盤の沈下、陥没	地盤変動、 集水ボーリング・井筒内壁集水孔からの土砂吸い出し	土質・地質(未固結砂)	
	水理	底張コンクリートの埋積	集水ボーリング・井筒内壁集水孔からの流入土砂 地表からの落下物(植物等)	土質・地質(未固結砂) 施設近傍の樹木の有無	
	管理	付帯施設(天蓋、点検梯子、安全柵)の 変形・破損	積雪、部材強度の低下	年間最大積雪深	
承水路	構造	水路(樹、落差工を含む)の変形 (傾き、断面縮小等) 接続部(目地等)の開き、ずれ	地盤変動、水路地盤の沈下		変位量計測
	構造	水路部材の破損(亀裂、摩耗、穿孔)	地盤変動、水流(流速、流量、砂礫の混入)	供用年数	変位量(亀裂幅)計測
	構造	水路部材(金属材料)の腐食 (部材厚減少、欠損)	水質(水素イオン、塩化物イオン等)、細菌(硫化水素) 酸性雨、風送塩、土質・地質	供用年数 流水のpH、塩化物イオン濃度 海岸からの距離	
	構造	水路部材(プラスチック材料)の劣化	紫外線		
	構造	水路部材(コンクリート材料)の劣化	コンクリートの中性化、凍結融解、鉄筋の腐食	年間最低気温	変位量(亀裂幅)計測 コンクリート中性化試験
	構造	水路の浮き上がり	地盤変動、水路地盤の沈下		
	構造	水路脇地盤の侵食 (流出、洗掘、吸い出し、陥没、崩落)	越流、漏水、背面斜面からの表流水・浸透水	背面地形	
	水理	水路内の堆積・埋没	土砂流入、植物、落葉、倒木	施設近傍の崩壊 施設近傍の樹木の有無	

外力による施設の変形・破損は、地すべり活動によることが多い。このような施設の機能低下については、既存施設の機能の検討のみでは対応できず、地すべり対策工の追加等の検討が必要となる。このため、地すべり活動に伴う外力によって生じた施設の機能低下については、本手引きで述べている予防保全対策からは除外した。

以下に機能診断調査手法の詳細について解説する。

3.2 日常管理（常時・臨時の巡視）

日常管理では、抑制工（集水井工、水抜きボーリング工、承水路工）の水利機能の概況把握と、施設までの管理用ルートにおける異常の有無、施設外観の異常の有無、周辺地形の異常の有無等を点検する。一般的には春先融雪期、晩秋期等の定期的な巡視や、豪雨や地震発生後の臨時的な巡視として行われている。

日常点検のための様式例を巻末の「地すべり防止施設調査表（抑制工）（様式1）」に示す。

3.3 基本情報調査

基本情報調査では、概査に先立って既存資料を収集し、機能診断における基礎的な情報として、地すべり防止区域や地すべりブロックの概要、地すべりブロック内の施設の諸元、補修・洗浄履歴、既往観測結果の概要等を整理する。整理のための様式例を巻末の「地すべりブロック台帳（様式2）」に示す。

3.3.1 地すべりブロックや施設に関する情報の収集整理

地すべりブロックの調査・解析業務報告書、施設的设计業務報告書、完成図書、概成報告書等の既存資料を収集し、以下の事項について情報を整理する。

①地すべり防止区域、地すべりブロックに関する情報

- ・地すべり防止区域の名称・所在地・指定年月日、災害履歴・被災状況
- ・地すべりブロックの規模（最大幅、延長、最大すべり面深度）、保全対象
- ・地質状況（基礎地盤の地質時代、地層名、岩質・土質等）
- ・水利状況（地表水の排水状況、湧水・湿地の分布等）
- ・地すべり分類（地すべりの形態や構成物等による地すべり分類）
- ・地すべり機構（地すべりの特徴、素因、誘因等）
- ・地すべりブロック平面図（地質、ボーリング孔・解析測線・対策工の位置等を記載）
- ・地すべりブロック断面図

②地すべり観測や地すべりブロックの安定解析に関する情報

- ・既往地すべり観測調査の概要（観測期間、観測方法、観測地点、観測結果等）
- ・残存観測孔の孔名・位置、観測孔の確認年月日
- ・地すべりブロック安定解析結果（測線名、水位観測孔名、目標安全率、対策後安全率等）

③地すべりブロック内の既設対策工及び機能診断対象施設に関する情報

- ・ブロック内の既設対策工の概要（工種、竣工年、数量、諸元等）
- ・施設の設計諸元（荷重条件、地盤条件、設計排水量等）
- ・施設の部材諸元（メッキの有無、コンクリート使用材料・配合等）
- ・施設の施工状況（施工方法、竣工図等）
- ・施設の施工記録（地下水排除工の排水量、施工時の地下水位変化、降水量、水質等）

3.3.2 施設の補修・洗浄履歴に関する情報の収集整理

施設竣工後の維持管理の一環として、破損した部材の補修や補強、目詰まりした水抜きボーリング孔の洗浄を行う場合がある。このような補修・洗浄工の竣工図や工事図書等から、工事の実施位置・時期や方法、破損や機能低下の状態等の情報を把握する。また、水抜きボーリング孔や集水井の集水ボーリングについて目詰まりの洗浄を実施した場合には、洗浄前後の排水量、地下水位変動状況、降水量、洗浄時に孔から排出された目詰まり物質の量や種別等に関する情報を収集する。

3.3.3 地域特性に関する情報の収集整理

海岸に近い地域では風送塩により金属部材の腐食が加速されることがある。また、地下水や地表水の水質は、地質・土質の違いや温泉の影響等を受けるが、水素イオン濃度（pH）が低い酸性の場合や塩素イオン濃度（塩分）が高い場合に金属部材の腐食が進んだり、地下水の鉄溶存量（鉄分）が多いと地下水排除施設の目詰まりが生じたりする。さらに、寒冷地帯では凍害や積雪による施設の損傷もある。このように、施設の機能低下には地質・土質、地表水・地下水の水質、気象等が大きな影響を与える場合があり、このような周辺環境の地域特性に関する情報の収集整理が重要である。

また、地すべり巡視員や地域住民は、施設の周辺環境や施設の現状に関してよく知っている場合が多いことから、基本情報調査の一環として施設に関する情報等を聞き取ることが望ましい。

3.3.4 基礎的な情報の整理と活用

前節のように、施設の周辺環境に関する情報から、施設の劣化要因を推定できる場合がある。

同様に、竣工年から、竣工後の経過年数を把握するとともに、施工当時における各種の基準や部材の材料特性を把握することができ、これにより劣化要因の推定が可能となる場合がある。例えば、金属部材のメッキの有無は腐食に大きく影響しており、施工時期が古くメッキが施されていない部材を用いている施設では腐食の進行程度が大きいと想定できる。また、施工内容を把握することにより、施工方法等に起因した劣化要因を明らかにできる場合もある。

施設の補修・洗浄履歴は、施設の状況把握や劣化予測にとって重要な情報である。補修・洗浄履歴を検討することにより、現在見られる機能低下が過去に補修・洗浄が必要になった状況と類似の原因によるものかどうか、補修や洗浄の効果がどの程度あるかを把握できる場合がある。

地すべりが活動中であれば、その影響により施設が変状している可能性があるとともに、施設の機能低下が地すべり活動の原因となっていることも想定される。本手引きでは、地すべりの再活動による外力で生じた変形、破損等に係る調査・検討については対象としていないが、その判断のためにも地すべりの活動性を評価することは重要である。

地すべりの活動性の評価は、既存資料、地すべり防止区域の日常管理の結果あるいは地すべり巡視員や地域住民から得られる情報等に基づき行うが、必要に応じて地すべりブロック内の地表踏査を行い、地すべり変状の有無、明瞭さを把握して活動性を推定する。調査の結果は、地すべりブロック台帳等に整理しておくことが望ましい。