

第3章 ダムにおけるアンカー点検の基本

3.1. 点検の基本方針

ダムにおけるアンカーは、点検を行うことにより適切に維持管理しなければならない。

【解説】

ダムにおけるアンカーは、ダムの堤体や基礎岩盤、放流設備のゲートの固定部など重要な箇所に施工されており、その機能に異常が生じた場合に堤体の安定性や洪水調節などダムの機能に影響を及ぼす可能性がある。したがって、ダムの維持管理においては、ダムの堤体や関連構造物等とともにアンカーの状態を確認するための点検を行い、必要な場合に適切な対応を速やかに講じることができるようにする必要がある。

なお、本マニュアルは、「堤体・岩盤補強用アンカー」「ゲート固定用アンカー」を対象としているが、本章では両者に共通する事項を中心に示している。「堤体・岩盤補強用アンカー」に関するより具体的な事項は第4章、「ゲート固定用アンカー」に関するより具体的な事項は第5章にそれぞれ示している。

3.2. 点検の構成

ダムにおけるアンカーの点検は、「基礎点検」として収集・整理する当該アンカーの設計・施工及び維持管理に関する情報をもとに点検計画を作成したうえで、当該計画に基づいて「通常点検」、「定期点検」及び「臨時点検」を実施することにより行う。

【解説】

ダムにおけるアンカーの点検には、「基礎点検」、「通常点検」、「定期点検」及び「臨時点検」があり、このうち「通常点検」、「定期点検」及び「臨時点検」は、「基礎点検」の結果に基づき、その実施時期（頻度）、対象、実施方法等を位置づけた点検計画に基づいて行う。

「基礎点検」は、アンカーの維持管理に必要な設計・施工及び維持管理に関する情報（アンカー構造物や受圧構造物等の設計図書、施工記録、変状履歴、補修その他の維持管理に関する記録、材料、地形・地質に関する資料等）の収集・整理・確認を行うもので点検計画を合理的なものとし、情報不足から「通常点検」「定期点検」及び「臨時点検」が不完全なものとならないようにすることを目的に、ダムにおけるアンカー構造物の点検の1つとして特に位置づけたものである。なお、この「基礎点検」で得られた情報をもとに作成する点検計画は、堤体・岩盤補強用アンカーとゲート固定用アンカーについてそれぞれ作成するなどアンカーの目的・機能、構造、設置環境等の違い等を考慮したものとし、点検の結果を踏まえ、必要に応じて見直しを行う。

「通常点検」、「定期点検」及び「臨時点検」では、点検計画に基づき、アンカーの状態を

確認する。なお、「通常点検」や「臨時点検」では巡視等の際に目視での確認が可能な範囲での点検が基本となるが、「定期点検」では、必要に応じてロープアクセス等の方法も用い、ダムにおける全てのアンカー構造物を対象に近接目視で点検を行う。その際、特に「通常点検」では点検が困難な箇所については重点的に点検を行う。

ダムにおけるアンカーを対象とした各種点検の概要を表 3.1、各種点検の関係とその結果を踏まえた対応の流れを図 3.1 に示す。

また、参考として、点検計画の作成例を含む本マニュアルに基づく点検（試行）の例を巻末参考資料（参考 1）に示す。

表 3.1 点検の内容と頻度

区分	頻度等	対象	方法
基礎点検	点検計画作成時	・ 維持管理に必要な情報（アンカー・受圧構造物等の設計図書、変状履歴，維持管理に関する記録、周辺地形に関する資料など）	・ 収集した左記情報の整理・確認（収集した資料は可能な限り電子データで整理・保存） ・ 最初の目視調査
通常点検	年 4 回程度	・ 巡視等日常的な管理において、確認できる範囲にあるアンカー	・ 目視点検(近接が難しい場合には、遠方より状況確認)
定期点検	5 年に 1 回程度 (長期実施されていない場合は速やかに実施)	・ 「通常点検」において確認が困難なアンカーに対し重点的に実施	・ 目視点検(基本的に全数を近接確認)
臨時点検	地震等の災害時の都度	・ 既設の点検ルートにて確認できる範囲にあるアンカー	・ 目視点検(近接が難しい場合には、遠方より状況確認)

3.3. 点検の方法

「通常点検」、「定期点検」及び「臨時点検」においては、点検計画に基づき目視によるアンカー頭部の点検を行うことを基本とするが、アンカー頭部の状態確認が困難なアンカーは、必要に応じて適切な方法でその状態を確認する。

【解説】

ダムにおけるアンカーの健全性は、残存引張り力とテンドンの腐食状態で判定される。このうち、テンドンの腐食はアンカーの構造が不可視構造であることから直接的な目視点検が困難であるが、アンカー頭部は目視点検が可能である。また、グラウンドアンカーの事例ではあるが、既設アンカーの破断事故の60%以上はアンカー頭部やその背面で起きている。

例えば、アンカー頭部の頭部キャップ、支圧板、受圧構造物、カバーコンクリートにおいて、ずれ(図 3.2)、浮き上がり(図 3.3)、ひび割れ(図 3.4)、水分の浸み出し(図 3.5)、遊離石灰や防錆材の流出跡(図 3.6、図 3.7)等が確認されれば、頭部の腐食、テンドンの損傷・破断、アンカー構造物の変位といった異常が生じている可能性がある。

このように、アンカー頭部の状態の目視点検によっても、テンドンの腐食によるアンカー破断の前兆を捉えるなど、アンカーの健全性に関する情報をある程度得ることができると考えられる。このため、本マニュアルでの点検においては、アンカー頭部の目視点検を基本としている。

なお、アンカーの施工時期によっては、頭部コンクリートが施工され、直接的にテンドンの状況を確認できない場合も想定される。特に、頭部コンクリートは主に1980年代に施工され(その後は、維持管理を考慮して主に取り外しが可能な頭部キャップが多く使用されている)、施工時期がテンドンの二重防食が義務づけられていなかった時期と重なる点に注意が必要である。このため、頭部コンクリートが施工されているアンカーについては、テンドンが腐食している可能性を考え、頭部コンクリートによりテンドンの状況が確認できないアンカーは、頭部コンクリート周辺の状況を確認し、クラックや浮き上がり等の異常が確認される場合には、頭部コンクリートを取り壊してテンドンの状況を確認することが必要である。

「通常点検」「定期点検」及び「臨時点検」のより具体的な方法等については、堤体・岩盤補強用アンカーについては4.2～4.4、ゲート固定用アンカーについては5.2～5.4にそれぞれ示している。



図 3.2 頭部キャップのズレ¹⁸⁾



図 3.3 頭部コンクリートの浮き上がり
(受圧構造物からの剥離)¹⁸⁾



図 3.4 受圧構造物（法枠）に
確認されたひび割れ¹⁸⁾



図 3.5 水分の浸み出しによるものと
想定されるアンカー周辺の植生繁茂¹⁸⁾



図 3.6 頭部コンクリート周辺の遊離石灰¹⁸⁾



図 3.7 ゲート固定部における
水分の浸み出し、防錆材の流出跡

3.4. 点検主体

堤体・岩盤補強用アンカーの点検は、主として土木構造物の管理を担当する職員が行うことを基本とする。

ゲート固定用アンカーの点検は、機械設備の管理を担当する職員と、土木構造物の管理を担当する職員の双方で行うことを基本とする。

【解説】

堤体・岩盤補強用アンカーは、従来から貯水池周辺斜面巡視の一環として、土木構造物の管理を行っている職員が巡視等を行っていることが想定されるため、土木構造物の管理を担当する職員が点検を行うことを基本とする。

これに対して、ゲート固定用アンカーの点検は、『河川砂防技術基準 維持管理編（ダム編）』³⁾において、土木構造物と放流設備の境界部分（堤体に埋設されているアンカーや戸当たり部分）が点検対象から漏れることがないようにとの注意点が記されているように、点検計画の作成時に点検主体を明確にしておくことで、点検対象から漏れることがないようにする必要がある。本マニュアルでは、ゲート固定用アンカーは、機械設備であるゲートの堤体（土木構造物）内への埋設部材であることを考慮し、点検主体は、機械設備・土木構造物の管理を担当する職員の双方で点検を行うことを基本とする。

3.5. 緊急対策

通常点検、定期点検又は臨時点検における目視等での点検の結果、アンカーの健全性に明らかな問題が認められ、必要と判断される場合には緊急対策を行う。

【解説】

アンカーの健全性に明らかに問題があり、緊急に何らかの対策を行わないと第三者へ被害が及ぶ可能性があるとして判断される場合には、破断した場合の飛び出し・落下防止対策等の緊急対策を実施しなければならない。

3.6. 詳細調査

通常点検、定期点検又は臨時点検において、何らかの異常が認められ、より詳細にアンカーの状態を調査する必要があると判断される場合には、これらの点検に引き続き「詳細調査」を実施する。

【解説】

アンカー受圧構造物で問題となる事象として、緊張材が短期間で破断まで進行する「遅れ

破壊現象」によるアンカーの破断・飛び出し（図 3.8）、地下水の流入による防錆材（グリース）の流出によって劣化したアンカーの破断（図 3.9）、頭部背面でのアンカー破断による頭部コンクリートの受圧構造物から剥離・落下（図 3.10）などがある。このような事象の発生を未然に防ぐとともに、長期にわたりアンカーの機能を確保していくため、「通常点検」、「定期点検」、「臨時点検」において目視等による点検の結果、アンカーに破断の予兆、その他健全性の低下を示唆する異常が認められるなど必要と判断される場合は、各々の点検に引き続いて詳細調査を実施する必要がある。なお、定期点検では、目視点検に加え頭部キャップの防錆材の充填状況等、詳細調査の一部もあわせて行う。

詳細調査は、基礎点検で得られた情報、調査目的、当該アンカーや受圧構造物等の重要性、力学的特性等に応じた適切な方法を、安全性、現場条件、周辺環境などを考慮の上、選定して行う。具体的な詳細調査の方法等については、堤体・岩盤補強用アンカーについては 4.5、ゲート固定用アンカーについては 5.5 に記載している。

なお、対象となるアンカーについての「基礎点検」が行われていない場合は、詳細調査の実施に際して、基礎点検を実施する必要がある。



図 3.8 遅れ破壊により破断し
飛び出したアンカーの事例¹⁸⁾



図 3.9 水の浸入により防錆材が流出、
劣化により頭部背面で破断したアンカーの事例¹⁸⁾



図 3.10 頭部背面で破断し、頭部コンクリート
が受圧構造物から剥離、落下したアンカーの事例¹⁸⁾

＜参考＞ 詳細調査の方法

詳細調査の方法は、アンカーの目的に応じた重要性や力学的特性、規模等によって異なる。このため、堤体・基礎岩盤等補強用アンカーについては第 4 章、ゲート固定用アンカーは第 5 章に記載するが、代表的な調査としては、頭部詳細調査（目視調査、露出調査）、リフトオフ試験、緊張力のモニタリングなどがある。

(i) 頭部詳細調査（目視調査、露出調査）

頭部詳細調査には、アンカー頭部の詳細の情報を得るための目視調査（外観調査）と、頭部キャップを外してアンカー頭部の損傷、防錆油の状態、テンドンの発錆の有無・程度、水、泥水の有無・程度等を確認する露出調査がある。この中で、防錆油の色相の目視点検は、防錆油の劣化状態、錆の発生が推察できることから重要な点検項目である。防錆油の色相の変化（図 3.11～図 3.13）が観察された場合、サンプリングして防錆材の機能を分析し確認する。頭部キャップ、支圧板を外す場合は、種類・サイズ・固定方法・状態等、支圧板の状態・大きさ、リフトオフ試験装置設置の可否を目視・計測・打撃音等で確認する。調査終了後は、頭部コンクリートは頭部キャップにより復旧し、破損・劣化した頭部キャップは交換する。また、防錆油の流出が確認された場合（図 3.14）等は必要に応じて、交換又は充填、シール材や O リングの交換その他の必要な補修等を行う。



図 3.11 防錆材の色相の変化
(白色、白濁色：水の浸入による乳化現象で劣化)



図 3.12 防錆材の色相の変化
(赤褐色：錆の発生)



図 3.13 防錆材の色相の変化¹⁸⁾
(黒色：劣化物生成)



図 3.14 背面から水が浸入したことによる
防錆材の流出¹⁸⁾

(ii) リフトオフ試験

アンカーの残存引張り力は、アンカー定着構造物や地盤のクリープ又は沈下、テンドンのリラクゼーション等により時間の経過とともに減少する。また地下水位や貯水位（貯水深）の変化等により増減する。この変化の状態を示すアンカーの緊張力（残存引張り力）をリフトオフ試験により計測し、アンカーが健全であるか否かを確認する。図 3.15 にリフトオフ試験の概要図を示す。

本試験の試験方法、載荷方法と測定項目、試験結果の整理と判定、試験結果の評価、試験時の安全対策については、『グラウンドアンカー維持管理マニュアル』⁴⁾が参考となる。また、残存引張り力の管理は、本マニュアル 2.4. (2)を参照するのがよい。なお、テンドンが欠損している場合は、試験時にテンドンの破断等が生じてジャッキ等が飛散する恐れもあるため、ジャッキの緊張方向及び影響範囲には防護対策や立入禁止の措置を施す必要がある。図 3.16 に試験結果の評価例を示す。

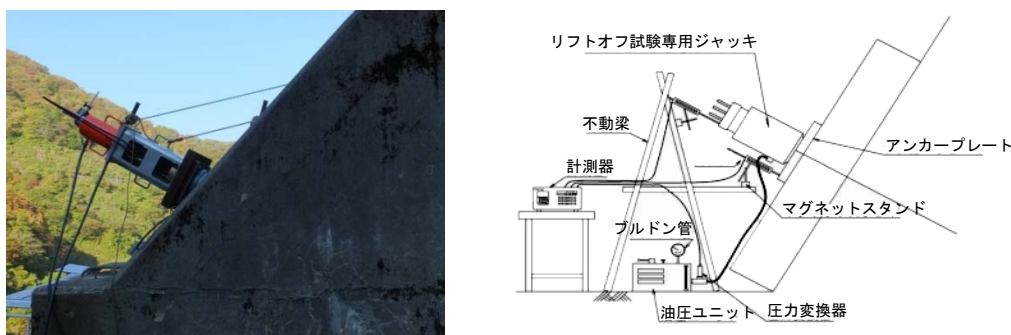
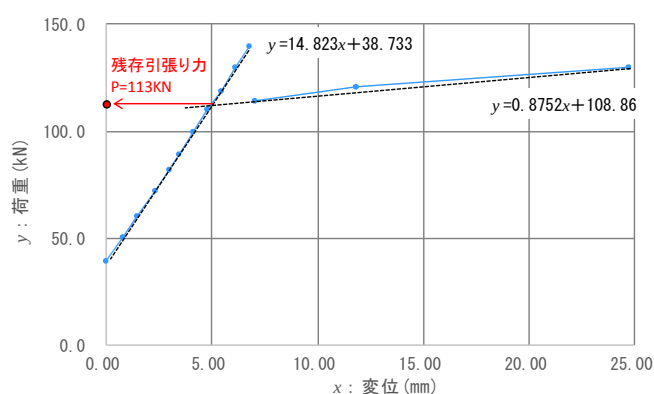


図 3.15 リフトオフ試験概要図



- 測定結果から、荷重－変位置曲線図を作成
- グラフの変曲点の荷重が、リフトオフ荷重＝残存引張り力
- 残存引張り力と定着時緊張力あるいは設計アンカー力を比較してアンカーの健全性の判定を行う。

図 3.16 リフトオフ試験結果の評価（例）

(iii) 緊張力のモニタリング

アンカーの緊張力（残存引張力）を荷重計等による計測やリフトオフ試験により測定することで健全性の変化を監視するものである。受圧構造物や地盤がクリープしやすい場合、アンカーの緊張力は低下を続ける。周辺構造物の変状、地下水位の上昇・凍上などがある場合、緊張力は増加する。アンカーの緊張力のモニタリングは、アンカーの健全性、受圧構造物、地盤の変状についての情報を得るうえで極めて重要である。

(iv) その他の調査

詳細調査として必要に応じ行うその他の調査として、頭部背面の調査、防錆油の化学分析などがある。

このうち、頭部背面の調査は、そこに水や土砂が侵入することで、防錆材が流出して劣化が進行し、テンドンが発錆することがアンカー破断の要因として挙げられることから重要な調査である。頭部背面を直接目視により確認するには、アンカー緊張力の除荷が必要であるが、供用中のアンカーは除荷が困難であることから、頭部背面に工業用内視鏡を挿入して目視調査を行う技術も開発されている。本調査は、アンカーヘッドに内視鏡を挿入するための貫通孔が必要であり、全てのアンカーに適用可能なものではないが、内部から水分や防錆材が流出し、テンドンが発錆している恐れがあると予想される場合は、必要に応じて本調査の実施を検討する。工業用内視鏡による調査状況を図 3.17、調査事例を図 3.18 及び図 3.19 にそれぞれ示す。調査事例①（図 3.18）では、孔口から 3m までカメラを挿入して防錆材の状態やテンドンの発錆の有無を確認している。調査事例②（図 3.19）では、頭部背面直下で激しく錆びたテンドンを確認している。



図 3.17 工業用内視鏡による調査状況
(アンカーヘッドに設けられた貫通孔を利用して内視鏡を挿入している)



図 3.18 調査事例①¹⁸⁾

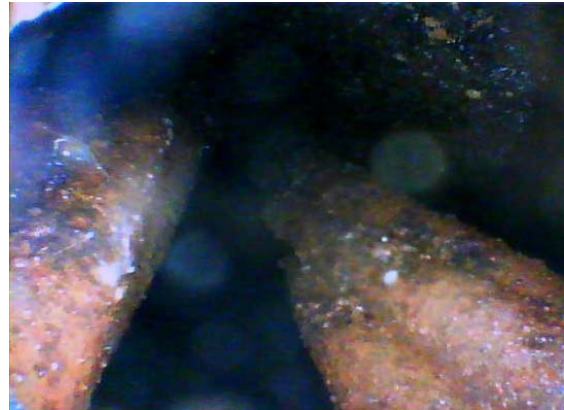


図 3.19 調査事例②¹⁸⁾
(激しく錆びたテンドンを確認)

3.7. 対策工

詳細調査の結果に基づき、必要に応じて対策を検討する。

【解説】

詳細照査の結果、必要があると考えられる場合には、アンカー等の補修、補強又は更新を含む適切な対策を検討し、実施する。なお、必要な場合には、応急対策を実施する。

対策工については、詳細調査の結果、不具合の程度、当該アンカーがダムに与える影響等を総合的に判断してその必要性や方法を判断するものとする。具体的な対策工やその選定事例は、堤体・岩盤補強用アンカーについては 4.6、ゲート固定用アンカーについては 5.6 に記載している。

3.8. 点検記録

点検結果、詳細調査により判明したアンカーの状態及び実施した対策等については、その経過がわかるよう確実に記録・保存する。

【解説】

点検結果は、過去との比較が可能なよう、異常が確認されたか否かに関わらず確実に記録・保存する必要がある。今後の点検で異常が確認された場合、異常の兆候が生じ始めた時期から、変状の要因や程度等について推察できる可能性がある。このため、記録は写真や試験結果等を含め、客観的な比較が可能な形で残すことが重要である。また、紙媒体だけでなく、電子データ等により保存しておくことが望ましい。（点検記録簿を参考資料として巻末参考資料（参考 2）に示す。）