

第2章 アンカーとその維持管理に関わる基礎的事項

2.1. はじめに

ダムにおけるアンカーの点検を含む維持管理は、アンカーの技術的特徴を十分に踏まえて行う。

【解説】

(1) アンカー技術の発展と変遷

既設アンカーの点検および詳細調査をより効率的かつ的確に進めるために、アンカー技術の発展の経緯と仕様の変遷を知っておく必要がある。アンカー技術の発展の経緯と仕様の変遷を表 2.1 に示す。

表 2.1 アンカー技術発展の経緯と仕様の変遷

| 年代 | 発展の経緯、仕様の変遷 |
|-----------|---|
| 1928 | フランスの Freyssinet (フレシネ) が、プレストレス導入に強度の非常に高い鋼線を用いた技術を考案。 |
| 1934 | フランスの Andre'Coyné (アンドレ・コイン) の提案で、上記技術がアルジェリアの Cheurfas ダムにおいて、補強・嵩上げのため、堤体を基礎岩盤に定着緊張するアンカーとして採用された。 |
| 1957 | 建設省（現国土交通省、以下同じ）藤原ダム副ダムの安定を目的として、岩盤 PS アンカー工が採用された。 |
| 1961 | 建設省川俣ダムの堤体・堤体周辺基礎岩盤の補強を目的として、岩盤 PS アンカー工が採用された。 この後、岩盤 PS アンカーは奈川渡ダム、川治ダムなど数多くのダムや擁壁、橋脚の安定ため使用された。 |
| 1972 | DIN（ドイツ規格協会）4125『仮設用アースアンカーの設計、施工、試験—第一部』制定。 |
| 1973 | FIP（国際プレストレストコンクリート連盟）『プレストレスグラウンドアンカー指針』制定。 |
| 1973 | PTI（ポストテンション学会）『プレストレスされたロックアンカーとソイルアンカーのための指針』制定。 |
| 1973 | 日本土質工学会『アースアンカー設計・施工基準』制定。 |
| 1970 年代後半 | 法面、斜面の安定のためのグラウンドアンカーが本格的に採用された。 |
| 1988 | 土質工学会基準『グラウンドアンカー設計・施工基準』 ⁴⁾ が制定され、アンカーの二重防食等の防錆基準が明確にされた。国内では、1993 年頃までに施工されたアンカーは、この基準に準拠していない旧タイプアンカーが多い。 |

(2) アンカーの維持管理上の課題

アンカーを適切に維持管理し、機能の維持や第三者への被害防止に努めるためには、アンカーの維持管理上の課題を理解しておく必要がある。アンカーは、非常に多くの施工実績を有し、ダムにおいても数多く施工されているが、長期間経過するに従って、経年劣化等の維持管理上の問題が懸念されるようになる。以下にダムにおける既設アンカーの課題について記す。

(ア)維持管理及び点検の重要性についての認識

アンカーは、破断もしくは機能が低下した場合、補修、補強または更新しなければならないが、これらに関する実例は少なく、技術的に未確立の面が多い。また、更新費用も安価ではない。

このため、維持管理は非常に重要であり、点検によって破断が発生するおそれがある箇所や破断の要因となりうる事象などを明らかにするとともに、必要に応じて詳細調査、補修・補強を行い、長期にわたる機能の確保のため、アンカーの安定及び安全を維持していかなければならない。

なお、これまではダムにおけるアンカーを対象とした適切な基準、指針類が無かったこともあり、各ダムにおいて点検の頻度・内容、計測体制、データの保管記録等が統一されていないこともダムにおけるアンカーの維持管理上の大きな課題として認識しておく必要がある。

(イ)アンカーの劣化箇所に関する知識

『グラウンドアンカー破断事故調査委員会報告』(FIP(国際プレストレストコンクリート連盟)、現在はfib(国際コンクリート連盟)、1986)¹⁶⁾によれば、グラウンドアンカーの破断の60%以上が頭部及び頭部背面で発生している(図2.1)。日本における調査でも破断や激しい錆がアンカー頭部背面(支圧板から約1m)の不可視部の範囲で数多く観察されている。

なお、上記の破断要因は、本マニュアル対象外であるグラウンドアンカーの調査結果ではあるが、本マニュアルで対象とする堤体・岩盤補強用アンカー及びゲート固定用アンカーでも同様に頭部及び頭部背面の劣化が懸念される。そのため、頭部及び頭部背面を目視点検できれば、アンカー異常の早期発見、健全性の評価及び対策に非常に効果があると考えられる。

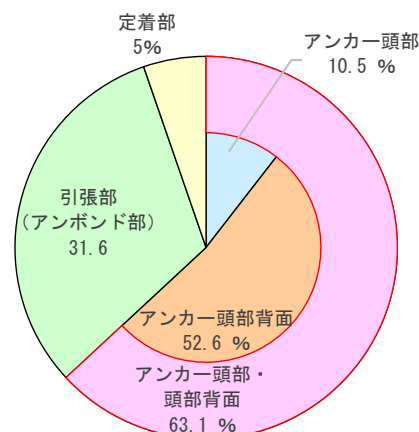


図 2.1 グラウンドアンカーの破断箇所¹⁶⁾

2.2. アンカーの劣化要因

ダムにおけるアンカーの維持管理においては、堤体やゲート等の構造物の安定性の低下といった重大な事象に結びつく要因とその影響を把握し、劣化による異常・変状の早期発見に努めなければならない。そのためには、劣化の現状を確認した上で、劣化の要因とそのメカニズムを推定する必要がある。

【解説】

ダムにおけるアンカーの劣化がもたらす重大な事象として、構造物や法面における変状や崩壊があるが、その時のアンカーの状態として破断や引き抜けが想定される。これらは重大な事象をもたらす第一の要因であるが、この第一の要因をもたらす要因（第二の要因）として、防食不良等の要因により想定外の外力の作用、過大な緊張力の作用、法枠構造物の劣化、テンドンの腐食、アンカーの引抜き抵抗力の低下、アンカー頭部材料の劣化等がある。また、これらの第二の要因をもたらす要因（第三の要因）として、周辺の地形の変化、豪雨融雪、地下水位の変化、防食材の劣化・流出・不足等がある。これらの各要因とそれらがもたらす重大な事象との関連性は、『グラウンドアンカー維持管理マニュアル』⁵⁾に記されている（図 2.2）。

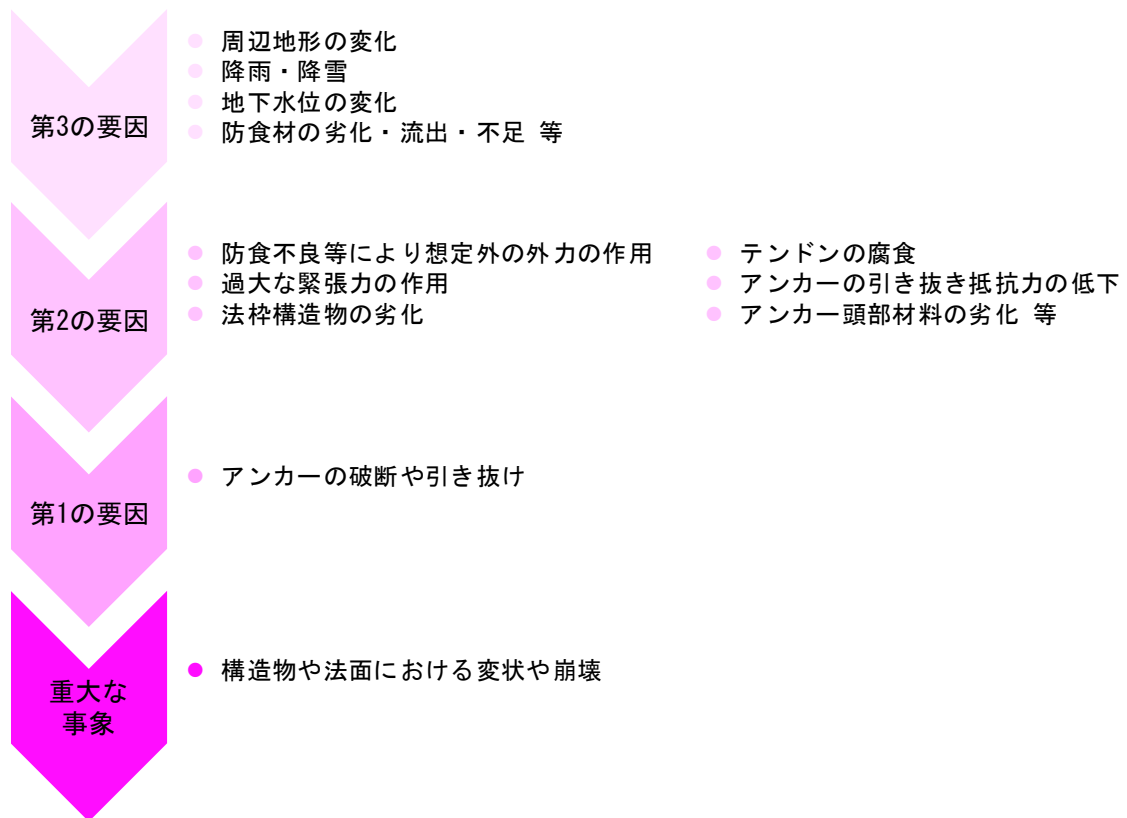


図 2.2 アンカー劣化が及ぼす結果とその要因

これらの各要因の因果関係は複雑であり不明点もあるが、アンカー機能を大きく劣化させる PC 鋼材（テンドン）の破断は、他の PC 鋼材の破断と呼応して、アンカー構造物の崩壊につながるため、最も重大な事象である。点検においては、破断要因の兆候が確認できれば、適切な処置を取らなければならない。破断のメカニズムについては、以下に述べるように 3 種類に区分でき、これらのメカニズムには、上記の第二、第三の要因が関係

している。

(ア)外力増大による破断

アンカーに作用する外力が増大して鋼材の耐荷力を超えると、アンカーにかかる緊張力が増大して、図 2.3 に示すように破断する危険性が高まる。

外力増大が生じる要因としては、以下が考えられる。

- 地山や構造物の変位
- 地下水位の変化
- 地形の改変
- アンカー劣化の連鎖
- 地震や洪水による巨大な外力の発生

なお、経年的な腐食による断面欠損が生じると、この危険性はさらに高まる。

この場合の破断面は、鋼材が鋼材軸方向に徐々に減少する形状（絞り切り）の引張破壊となる。

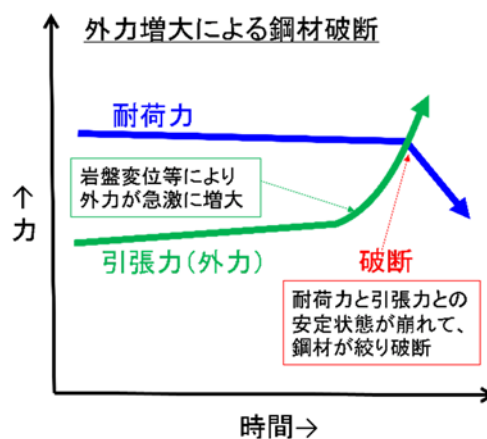


図 2.3 外力によるアンカー劣化イメージ

(イ)腐食による破断

腐食による鋼材の断面欠損が進むとアンカーの耐荷力が減少して、図 2.4 に示すように破断する危険性が高まる。

腐食自体は錆の進行等により引き起こされるが、破断の原因としては、以下が考えられる。

- アンカーの防錆構造が不足している（旧タイプアンカー（1993年以前に施工）等）
- アンカー頭部や頭部背面が、雨水や地下水が侵入して腐食が発生しやすい構造
- アンカーの防錆材（グリース等）の充填不足または流出、水や熱による劣化、防錆効果の低い材料の使用

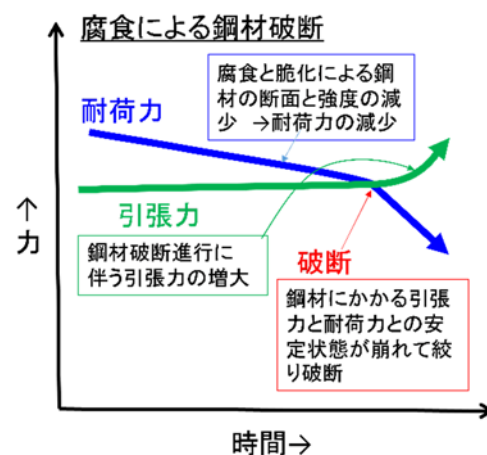


図 2.4 腐食によるアンカー劣化イメージ

この場合も、破断面は鋼材が鋼材軸方向に徐々に減少する形状（絞り切り）の引張破壊となる。

(ウ)遅れ破壊による破断

緊張材は、一見健全でも、長期間の緊張下では孔食のようなごく小さい傷がある日突然に破断まで発展する「遅れ破壊」現象が起きることがあるため、注意が必要である（図 2.5）。

遅れ破壊は高い緊張力下にある鋼材特有の破壊現象であり、陽極反応によって鉄が溶解して腐食孔が生じ、応力集中によりクラックが進展する応力腐食割れと、陰極反応による発生水素が内部集積してクラックが発生する水素脆性割れに区別される。

要因としては以下が考えられるが、詳細なメカニズムについては推定によるところが多い。

- 環境：水質や乾湿条件等による原因物質である水素分子の発生
- 材料：鋼材感受性（局所的破壊の全断面への進行しやすさ）
- 応力：許容値に近い高い緊張状態の持続

遅れ破壊の破断面は、刃物で切断したような形状となる。この特徴を前述の外力増大や腐食による引張破壊の場合と比較して図 2.6 に示す。なお、PC 鋼棒は PC 鋼線に比べ遅れ破壊が発生しやすいが、これは鋼棒が結晶粒界に水素が集積しやすいのに対して、鋼線は結晶が層状であり水素が集積しにくいことによると考えられている。また、基本的に乾湿の繰り返しの少ない環境にすることも重要である。

古い PC 鋼材（テンドン）の場合は遅れ破壊対策が十分でない場合が多いので、点検上、要注意である。維持管理においては、早めに補修や更新を行い、耐腐食性を持続させることが必要となる。一例として、ボンド工法のように緊張材周辺を固化することで遅れ破壊による影響を最小限にする方法も考えられる。

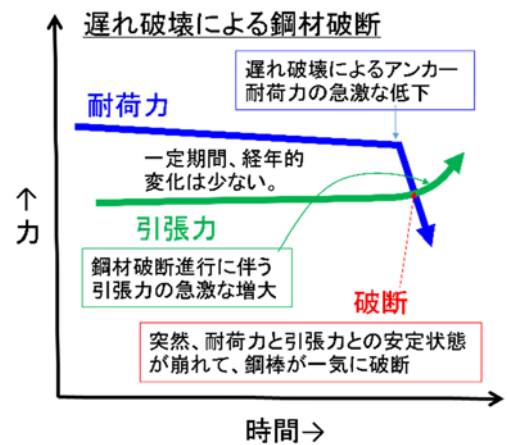


図 2.5 遅れ破壊によるアンカー劣化イメージ



引張り破壊により破断したPC鋼線の形状
(絞り切り形状となる)



遅れ破壊により破断した鋼棒の破断面
(刃物で切断したような破断形状となる)

図 2.6 引張り破壊での破断面形状と遅れ破壊での破断面 (PC 鋼線)

2.3. アンカーの防食仕様

ダムにおけるアンカーの点検においては、アンカーの種類等による防食基本構造の違いに留意するとともに、防食仕様に応じた防食機能の保持状態を確認する必要がある。

【解説】

ダムのような大規模構造物の場合、長期供用の観点から、点検においては、防食仕様の確認が非常に重要である。このため、防食技術の発展の経緯から最新の防食技術に至るまでの基本的な知識が必要である。また、アンカーの内部構造は、旧タイプアンカーかどうか、また、フルボンドかアンボンドか等、アンカーのタイプによって調査方法が大きく異なることに留意する必要がある。

以下に主要な防食対策を記す。

(ア) 防錆材（グリース）の塗布

アンカーで使用されるテンドンの腐食と鉄筋の腐食は、鉄の酸化により錆が発生するという点では変わらない。しかし、テンドンのような高張力鋼は、常に引張り強度の 60%程度の引張り応力が作用しているため、腐食に伴う応力腐食割れや、水素脆化等の脆性的破断を生じやすいとされている。そのためテンドンの耐久性を確保するためには、脆性的破断の原因となる水、酸素（空気）、その他の腐食性物質からテンドンを保護することが重要である。すなわち、テンドンの表面に防錆材やグラウトで不動態皮膜を形成させることにより、錆の発生原因となる水、酸素、その他の腐食性物質を排除することである。

そのため、防食機能の保持状況の確認として、防錆油（グリース）の水の浸入による流出・劣化、空気溜りの発生、また、グラウトのブリージングや施工不良による空気溜まりの発生等がないか確認することが重要である。

(イ) PC 鋼線の採用

テンドンが PC 鋼棒の場合、接続具としてカップラーが必要となる点で PC 鋼線に比べ施工性や長期信頼性に劣る。また、遅れ破壊に対しては、圧延工程で長さ方向に強度の増す PC 鋼線の方が PC 鋼棒よりも強いという PC 鋼材メーカーの見解がある。

(ウ) エポキシ樹脂被覆テンドンの採用

防錆上は、テンドン (PC 鋼材) 外側を密実に被覆するエポキシ樹脂被覆 (図 2.7) が最も優れていると考えられる。エポキシ樹脂被覆の性能については、『エポキシ樹脂を用いた高機能 PC 鋼材を使用するプレストレストコンクリート設計施工指針 (案)』(土木学会、2010 年 8 月)¹⁷⁾に記載されており、プレストレスト製品化もされている。ただし、施工時に被覆部を傷つけて穴を開けやすいとの指摘もあり、取り扱いにある程度の注意が必要である。また、まれにはあるが、エポキシ樹脂被膜と鋼材とのごくわずかな隙間があったことで毛細管現象により水が浸入し腐食を発生させた事例もある。

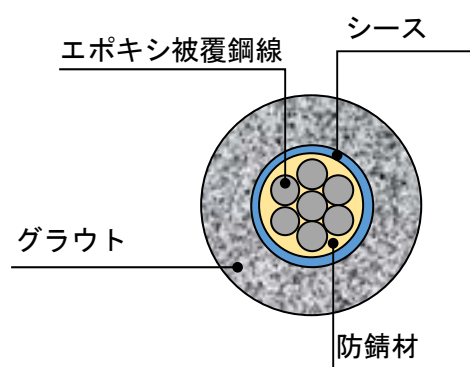


図 2.7 自由長部における防錆アンカーの仕様例

(エ) 部材の材質

テンドン以外の部材についても、以下の防錆性能の高い材料を用いる。

- 頭部 (支圧板、定着部品、頭部キャップ等) : 熔融亜鉛めっき等
- 頭部背後 (止水プレート、トランペットシース等) : 熔融亜鉛めっき等
- 自由長部・定着部 (シース、センタリング部品、スペーサー、セントラライザー等) : ポリエチレン等

(オ) 防水構造の徹底

防水性を高くするため、止水パッカー・グラウト配管、緊張端 (頭部) の密閉 (くさび方式)、センタリング部材等について適宜改良する。

(カ) 頭部背面の点検を考慮した部材の採用

腐食が最も起こりやすい頭部背面については、支圧板に点検孔 ($\phi 1\text{cm}$ を 2 孔、補修用グラウト孔も兼用) を予め設置することによって、定期的に点検することが可能となる。ただし、特殊ヘッドが必要となり、供用中のアンカーへの適用は困難であ

るため、設置時点からの検討が必要となる。

(キ)フルボンド型アンカーの採用

国内のアンカーでは、再緊張が可能なことや待ち受け機能を重視してアンボンド型が主流であるが、耐久性の観点からはフルボンド型アンカーが優位となる。50年前の施工でフルボンドとアンボンドの両タイプを岩盤補強用アンカーとして使用した国内ダムの事例では、フルボンドの方が明らかに耐久性に優れているという調査結果が得られており、フルボンド型アンカーの採用が防食対策となる。

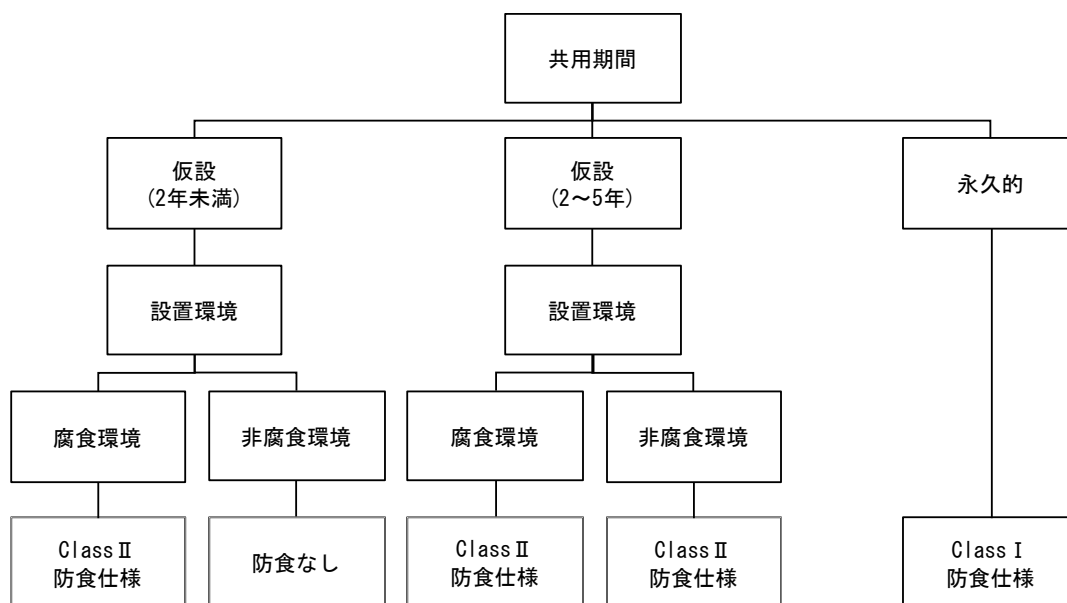
〈参考：米国における防錆の仕様〉

- エポキシ樹脂被覆の採用

『Recommendations for Prestressed Rock and Soil Anchor』¹³⁾は、PC ストランドの防食に関し、新たに高耐食性を有する「エポキシ樹脂被覆ストランド」をアンカー用ストランドの防食必要条件に入れている。エポキシ樹脂被覆ストランドは、設計耐用年数である100年間、内部の鋼材が腐食することはないと報告され、最近の国内での暴露試験等でもその効果が示されている。

- 防食仕様の選定図

アンカーの防食方法は、『Recommendations for Prestressed Rock and Soil Anchor』¹³⁾では、図 2.8 に示すような「防食方法決定ツリー」(Corrosion Protection Decision Tree) を用いて、プロジェクトに対する供用期間、腐食環境、アンカー破断事故の重大性及び経済性を考慮して決定することとされている。ダムにおけるアンカーの防食方法のほとんどは、アンカーの破断が深刻な結果を引き起こす可能性があることから、Class I（定着部のテンドンをカプセル又はエポキシ樹脂被覆で防食）を選定している。



*Class I : 定着部の tendon をカプセル又はエポキシ樹脂被覆で防食する。
 *Class II : tendon をグラウトにより防食する。

図 2.8 防食方法決定ツリー¹¹⁾

- フルボンド型アンカーの使用について
 - FERC (連邦エネルギー規制委員会) ⁸⁾
 基本的にはフルボンド型を使うこととしている。アンボンド型では、リフトオフ試験を繰り返すと tendon を損傷する恐れがあることや、ロードセルの長期信頼性に疑問が残るのに対し、長期荷重モニタリングを要求しないフルボンド型は頭部定着部で全荷重を受けもたないため、安全性が高くなるとしている。
 - 内務省開拓局、エネルギー庁 ⁸⁾
 フルボンド型を推奨している。例えば、緊張後の 100 日間は、堤体と数本のアンカー荷重を計測して、その後にフルボンドすることとしている。

2.4. アンカーの残存引張り力の管理

ダムにおけるアンカーの維持管理では、アンカーの目的や構造の違いに応じた設計条件を踏まえ、残存引張り力を適切に管理することが重要である。

【解説】

(1) 設計アンカー力及び定着時の緊張力の設定

グラウンドアンカーと堤体・岩盤補強用アンカーやゲート固定用アンカー（構造物補強用アンカー）の違いとして、設定するアンカーの緊張力（設計アンカー力や定着時荷重）がある。ダムにおけるアンカーの維持管理においてはこの違いを認識する必要がある。

(ア) 設計アンカー力

一般に構造物補強用アンカーにおける設計アンカー力は、構造物の安定のために必要な引張り力であり、ダムにおける堤体・岩盤補強用アンカーでは堤体や基礎岩盤を連結するために必要なアンカー力、ゲート固定用アンカーではゲートを堤体に確実に固定するために必要なアンカー力をいう。

これらの構造物補強用アンカーの設計アンカー力は、外力が作用したときに構造物が変形しないことを前提に、想定される引き抜き力の最大値以上とすることとされ、長期的に有効な緊張力がこれを下回らないように設定されている⁸⁾。

堤体・岩盤補強用アンカーの場合、1本当たりの設計アンカー力を1,300～2,600KNとする場合が多く、グラウンドアンカーに比べて大きな荷重値が設定され、想定される引き抜き力に対して少数で抵抗するよう設計される特徴がある。

これに対して、グラウンドアンカーは、1本当たりの設計アンカー力が400KN以下の小荷重のものを多数配置し、面的な効果を期待する設計がなされることが多い。

(イ) 定着時荷重

グラウンドアンカーの定着時荷重は、設計アンカー力の80～90%とされている場合が多く、「待ち受け」の考えがあるアンカーの場合には、80%以下とされることもある。

一方、ダムにおける堤体・岩盤補強用アンカーなどの構造物補強用アンカーは、緊張力自体が大きいとともに、設計アンカー力以上の荷重で定着する。また、構造物補強用のアンカー容量は、設計アンカー力に乗ずる安全率をより高くする（鋼材の強度に余裕を持たせる）ために、一般に斜面安定用よりも大きなものになる。

(ウ) 定着時荷重の鋼材強度に対する割合

定着時荷重の鋼材強度 P_u に対する割合は、グラウンドアンカー (0.60) と岩盤補強用アンカー (0.70) で余り大きな違いはない。しかし、その設定過程には大きな違いがある。この点、ゲート固定用アンカーでは安全率をさらに高くすることでアンカー容量の余裕はさらに大きいのが一般的で、結果的に定着時荷重の鋼材強度に対する割合は 0.4 程度となり、安全性の余裕が大きくなっている。

以上の点について、グラウンドアンカーと堤体・岩盤補強用アンカーの比較を表 2.2 に示す。

表 2.2 グラウンドアンカーと堤体・岩盤補強用アンカーの緊張力の違い

| | グラウンドアンカー | 堤体・岩盤補強用アンカー |
|----------------------|--|---|
| 設計アンカー力 | 400KN 以下が多い | 1,300~2,600KN が多い (世界最大では 19,400KN) |
| アンカーの効果 | 面的効果 (多数×小荷重) | 各本で独立 (少数×大荷重) |
| 定着時荷重 | 設計アンカー力の 80~90% が多い 80% 以下の事例もある | 設計アンカー力以上 |
| 定着時荷重の 鋼材強度に対する割合 | 0.60 P_u : グラウンドアンカー設計・施工基準 (1988 年) ⁴⁾ | 0.70 P_u : Recommendations for Prestressed Rock and Soil Anchor (2004 年) ¹³⁾ |

* P_u : 鋼材強度

(2) 維持管理中の残存引張り力の管理

アンカー維持管理中の残存引張り力は、クリープ等により減少したり、外力等によって増加したりする。このため、残存引張り力を設計アンカー力等と比較することでアンカーの状態を管理することができる。

構造物補強用アンカーの残存引張り力は『建築地盤アンカー設計施工指針・同解説』¹⁰⁾によれば、「設計アンカー力以上であり、定着時荷重の設計に当たっては、緊張力の減少率 0.1 程度を予め見込むこと。また、残存引張り力は、減少するだけではなく、外力によっても変化するが、許容アンカー力を超えないこと」とされている。

これに対して、グラウンドアンカーの技術指針である『グラウンドアンカー維持管理マニュアル』⁹⁾では、残存引張り力は「設計アンカー力を上回らず、定着時荷重の 0.8 倍を下回らなければ健全な状態」とされている。

本マニュアルの対象である堤体・岩盤補強用アンカーやゲート固定用アンカーは、構造物補強用アンカーであることから、残存引張り力が常に設計アンカー力以上となるよう設計されているものと想定されるが、各ダムにおける設計条件によっては、残存引張り力が設計アンカー力以下となるよう設計されている場合や、設計時の資料が確認できず設計アンカー力が不明な場合も想定される。

残存引張り力の管理は、(1)残存引張り力が設計アンカー力以上となるよう設計され

ている場合、(2)残存引張り力が設計アンカー力以下となるよう設計されている場合、又は、設計アンカー力が不明な場合によって異なるため、各ダムにおける設計条件を確認の上、以下の管理区分を参考に管理するものとする。なお、残存引張り力の管理区分は、『建築地盤アンカー設計施工指針・同解説』¹⁰⁾、『グラウンドアンカー維持管理マニュアル』⁵⁾を参考とし、本マニュアルの作成に合わせて定義したものである。

(ア) 残存引張り力が設計アンカー力以上となるよう設計されている場合 (図 2.9)

設計アンカー力が明らかで、設計アンカー力以上の荷重で定着されている場合は、クリープ等により緊張力が設計アンカー力以下に低下していないか、外力により緊張力が増加し許容アンカー力を超えていないかを確認する。

残存引張り力が設計アンカー力以下に低下している場合は、対象構造物（堤体基礎岩盤又はゲート）が離間し、アンカーの機能を果たしていない恐れがある。また、許容アンカー力を超えた場合は、テンドンが破断する恐れがある。

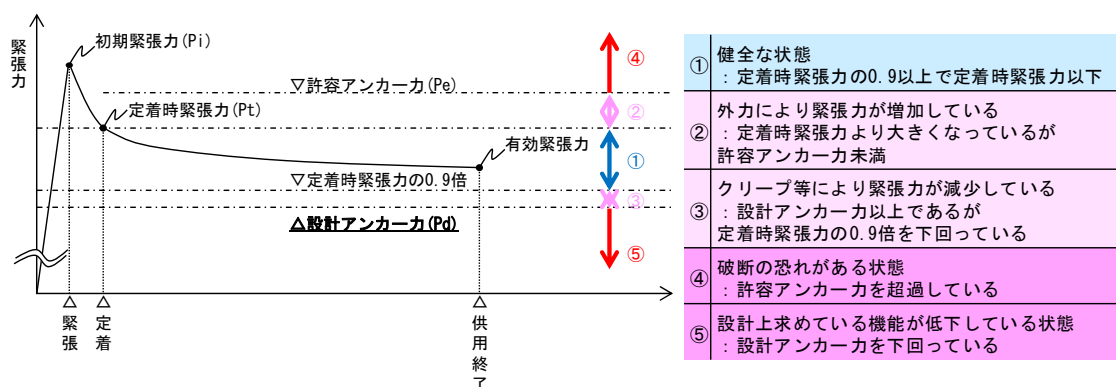


図 2.9 アンカー緊張力の経年変化と管理区分

(残存引張り力が設計アンカー力以上となるよう設計されている場合)

(イ) 残存引張り力が設計アンカー力以下となるよう設計されている場合または設計アンカー力が不明な場合 (図 2.10)

設計アンカー力が明らかで、残存引張り力が設計アンカー力以下となるよう設計されている場合は、残存引張り力が定着時荷重からどの程度低下しているか、許容アンカー力を超えていないかを確認する。また、設計アンカー力が不明な場合は定着時荷重や許容アンカー力との比較でアンカーの状態を確認する。

残存引張り力が定着時荷重から減少を続ける場合、アンカー機能が低下している恐れがある。また、残存引張り力が許容アンカー力を超えた場合は、テンドンが破断する恐れがある。

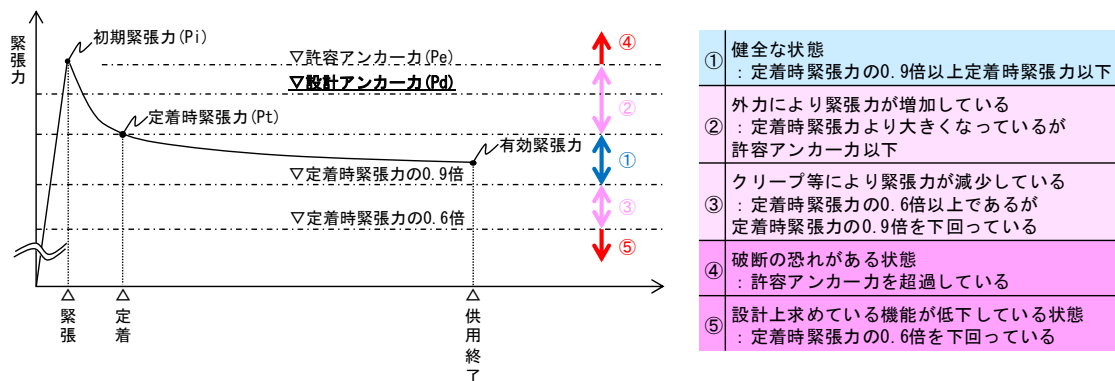


図 2.10 アンカー緊張力の経年変化と管理区分

(残存引張り力が設計アンカー力以下となるよう設計されている場合)

〈参考〉

『アンカー工法によるダム堤体の補強方法に関する研究』⁸⁾におけるダム用アンカー方法の検討では、国内の代表的基準である地盤工学会基準⁶⁾および日本建築学会基準¹⁰⁾と、PTI 技術勧告¹³⁾の比較検討を行った結果、『建築地盤アンカー設計施工指針・同解説』¹⁰⁾を柱とし、補足としてアメリカの PTI 技術勧告¹³⁾が用いられている。

2.5. アンカーの点検上の着目点

既設アンカーの点検は、アンカーの種類や構造、設置条件に応じた劣化要因や点検上の着目点を十分認識して行う必要がある。

【解説】

ダムにおけるアンカーの点検上、重要と考えられる代表的な異常（症状）とその原因、対策、および点検での着目点を挙げると以下のようなものである。

(ア) テンドンの状況

症状：テンドンの飛び出し・破断、緊張力の低下・過緊張（荷重計計測やリフトオフ試験から）

原因：錆腐食によるテンドンの断面欠損、遅れ破壊、劣化による剛性不足、隣接アンカーの異常の影響、地山やアンカー構造物の変位による圧力増大、外力増大（地震、地下水位・貯水位の上昇等）、施工時の不良（防食・防水性、材料品質、施工精度）

対策：追加アンカーの実施、防食処理、腐食環境の緩和

点検での着目点：防食仕様（旧タイプアンカーかどうか等）の確認、フルボンドかアンボンドかの確認、腐食環境（水質、水密性等）の確認、破断

面の調査（特に遅れ破壊現象の有無）、断面欠損の確認、荷重計による残存引張り力の確認、緊張力の平面分布の推定、当該アンカーの異常が隣接アンカーに与える影響の推定

(イ) アンカー頭部（頭部キャップ、頭部コンクリート、支圧板の周辺）の状況

症状：破損・落下、変位・浮き上がり・剥離、劣化・クラック、防錆材（グリース）の漏れ・劣化、遊離石灰、漏水、草木類繁茂等

原因：テンドンの腐食、内部防食材の流出、頭部背面への水浸入、孔内空隙の形成、外力増大、施工時の不良（強度不足）

対策：頭部キャップの交換、腐食対策（防錆材補充等）の追加、頭部コンクリートの取り壊し及び頭部キャップでの復旧

点検での着目点：頭部キャップの破損・落下、防錆材の不足・劣化、表面の変状（クラック、ずれ、色違い、しみ出し等）の確認、内部からの流出物の確認、頭部背面調査（削孔・内視鏡、装着具取外し等）による内部状況の確認

(ウ) 受圧構造物（受圧板・擁壁、アンカー対象躯体、ゲート固定部等）の状況

症状：変形・沈下、破損・落下、分断、コンクリートクラック、アンカー定着構造物の変位等

原因：テンドンの緊張力低下・破断、定着体の緩み、充填グラウトの付着切れ、コンクリートの強度不足・劣化、外力増大、地盤の支持力不足、設計上の不足（鉄筋量、かぶり等）、施工時の不良

対策：受圧板・擁壁の打ち換え、追加アンカー（規模が大きい場合は更新）

点検での着目点：テンドン健全性（上記（ア））の確認、堤体・基礎岩盤部・ゲート固定部の各対象物の安定性（滑動、転倒）の確認、テンドン周辺の緩みの確認（超音波試験等）

(エ) 基礎岩盤・地山の状況

症状：地山全体の変位・変状、地山クラック、漏水・湧水

原因：地すべり・岩すべりの発生、基礎・地山のクリープ・経年劣化、定着体の緩み、アンカー全体の緊張力低下、外力増大

対策：抑制工（抑え盛土、水抜き等）の実施、追加アンカー（規模が大きい場合は更新）

点検での着目点：計測による地山の挙動の確認、定着体地盤の剛性の確認、アンカーとの関連性の確認