

第1章 総則

1.1. 目的

本マニュアルは、ダム堤体やその周辺岩盤、ゲート固定部等に用いるテンドン、定着具等からなるアンカーシステムの適切な維持管理を目的として、ダムにおけるアンカーの点検方法等について示すものである。

【解説】

本マニュアルは、ダムにおいて用いられるアンカーの特性と維持管理の重要性について、管理者及び技術者が十分に認識した上で適切な点検・調査・対策を実施できるよう、ダムにおけるアンカーの点検方法等について取りまとめたものである。

国内のダムでは、堤体基礎岩盤を含む周辺岩盤やゲートの堤体等への固定部、貯水池周辺斜面などにおいて多数のアンカー施工事例がある。また、海外ではダム堤体自体の補強にアンカーが用いられる例もある。

これらのアンカーは、いずれもダムの機能を維持する上で極めて重要な構造物である。加えて、ダムにおけるアンカーは、大きな定着荷重がかかること、長尺であること、長期間にわたって供用されること等の特徴があり、これらに伴い高い性能が要求される特徴がある。従って、ダムにおけるアンカーは、適切に維持管理しその健全性を保ち続けることが極めて重要である。なお、斜面補強用等、他の用途のアンカーと比べ、一般的に設置時期が古く、防錆に関する『グラウンドアンカー設計・施工基準』（社団法人土質工学会、1988）⁴改定前の防錆対応が十分でない旧タイプのアンカーも多い。経過年数の長いものでは、劣化が進行している恐れもある。

一方、特にアンカーの維持管理を対象とした基準・指針等としては、国内では『グラウンドアンカー維持管理マニュアル』（土木研究所、社団法人日本アンカー協会、2008）⁵があるが、海外も含め、維持管理に関する基準・指針等の整備自体が始まったのは最近のことである。このため、本マニュアルは、国内ダムでのアンカーの維持管理の現状やそれを踏まえた点検の試行、先行の関連する基準・指針等を参考に、ダムにおけるアンカーの点検方法等についてまとめたものである。本マニュアルを活用した合理的なアンカーの維持管理に活かすことが望まれる。

1.2. 適用範囲

ダムにおいて施工されるアンカーは、大別して、堤体・堤体周辺岩盤補強のために用いられるアンカー（以下、「堤体・岩盤補強用アンカー」という）、ゲート固定部に用いられるアンカー（以下、「ゲート固定用アンカー」という）、貯水池周辺斜面のグラウンドアンカー（以下、「斜面補強用アンカー」という）の3種類に分類される。

本マニュアルは、これらのアンカーのうち、「堤体・岩盤補強用アンカー」及び「ゲー

ト固定用アンカー」の点検・調査に適用する。

【解説】

(1) アンカーの分類

アンカーの用途は、一般に構造物補強用と斜面安定用に大きく分けることができる。構造物補強用アンカーの対象物には、ダム堤体、港湾の岸壁、長大橋の橋台、建築物の基礎等がある。一方、斜面安定用アンカーの目的としては、地すべり、岩すべり対策等がある。

ダムにおいて用いられるアンカーは、大きく、構造物としてのダムやその基礎岩盤の補強を目的とする「堤体・岩盤補強用アンカー」と、「ゲート固定用アンカー」および斜面安定を目的とした「斜面補強用アンカー」の計3種類に分類される。なお、このうち「堤体・岩盤補強用アンカー」はPSアンカー、「ゲート固定用アンカー」はPCアンカーと呼ばれることが多いが、PSおよびPCの用語は、プレストレス原理の適用を意味しており、斜面安定用に用いられるプレストレスを与えないグラウンドアンカーとは力学的な設計の考え方の面で区別される。ダムにおいて用いられるアンカーについて、設置箇所、機能等に見られる違いを表1.1に示す。

なお、これ以外に、アンカーと類似のものとしてロックボルトやロックケーブルがあるが、必要抑止力が比較的小さい地すべり等に用いられるため鋼材に緊張（プレストレス）を与えないことや、数m以下の短尺であるという点で区別される。

表 1.1 設置箇所、機能等に見られるアンカーの違い

	堤体・岩盤補強用アンカー (PSアンカー) : Prestressed Anchor	ゲート固定用アンカー (PCアンカー) : Prestressed Concrete Anchor	斜面補強用アンカー (グラウンドアンカー) : Ground Anchor
ダムにおいて 使用される箇所	堤体・堤体周辺の基礎岩盤 : 基礎岩盤に定着される。	ゲート固定部 : 堤体コンクリートに定着 される。	貯水池周辺斜面等 : 地山に設置される。
機能	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 堤体、堤体周辺の基礎岩盤を安定化させるために設置される。 ▶ アンカーにプレストレスを与えて、岩盤同士を連結させるもの。 ▶ プレストレスを与える点では、ゲート固定用アンカーと同様であるが、堤体・岩盤補強用アンカーは、基礎岩盤に定着される。 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ ラジアルゲートの軸部等を堤体コンクリートに固定するために設置される。 ▶ アンカーにプレストレスを与えて、ゲートと堤体を連結させ、固定するもの。 ▶ プレストレスを与える点では、岩盤補強用アンカーと同様であるが、ゲート固定用アンカーは、堤体コンクリートに定着される。 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 貯水池周辺斜面等の安定を目的に設置される。 ▶ 引き止め力と締め付け力（摩擦力）によって、滑りに対して抵抗するもの。 ▶ 岩盤補強用アンカー、ゲート固定用アンカーとは異なり、プレストレスを与えない。また、常時の締め付け力は高くなく、地すべり時に待ち受ける的に機能する。
使用材料	PC鋼線、PC鋼より線、PC鋼棒	PC鋼線、PC鋼より線、PC鋼棒	PC鋼線、PC鋼より線、PC鋼棒
アンカーの配置	各本に連結効果を期待し、大荷重×少数で配置される。	各本に連結効果を期待し、大荷重×少数で配置される。	面的効果を期待し、小容量×多数で配置される。

このような違いを考慮して、本マニュアルは、上記 3 種類のうち「堤体・岩盤補強用アンカー」と「ゲート固定用アンカー」を適用範囲とする。一方、「斜面補強用アンカー」については、『グラウンドアンカー設計・施工基準(公益社団法人地盤工学会、2012)』⁶⁾、『グラウンドアンカー維持管理マニュアル』⁵⁾等の既存指針類に準じて行うことができる。これらの 3 種類のアンカーの位置関係の例について図 1.1 に示す。なお、堤体周辺に施工されるアンカーであっても、基礎岩盤補強の目的を持たないもの(例えば、ダム天端高以上に設置されているものであって、斜面安定を目的に施工されたグラウンドアンカー)は対象としない。

また、本マニュアルにおいて点検・調査の主対象としているアンカーシステムは、テンドン、定着具等からなるアンカー機能を発揮するための器材であり、補強対象物(堤体、基礎岩盤、地山斜面等)及び定着基礎(岩盤基礎、コンクリート躯体等)を繋いで緊結効果を与えるアンカー機能の中心的な役割を有している。ただし、アンカー機能において、補強対象物と定着基礎は密接に関係することから、本マニュアルでは、アンカーシステムの周辺部に限って、補強対象物と定着基礎についても適用範囲とした。

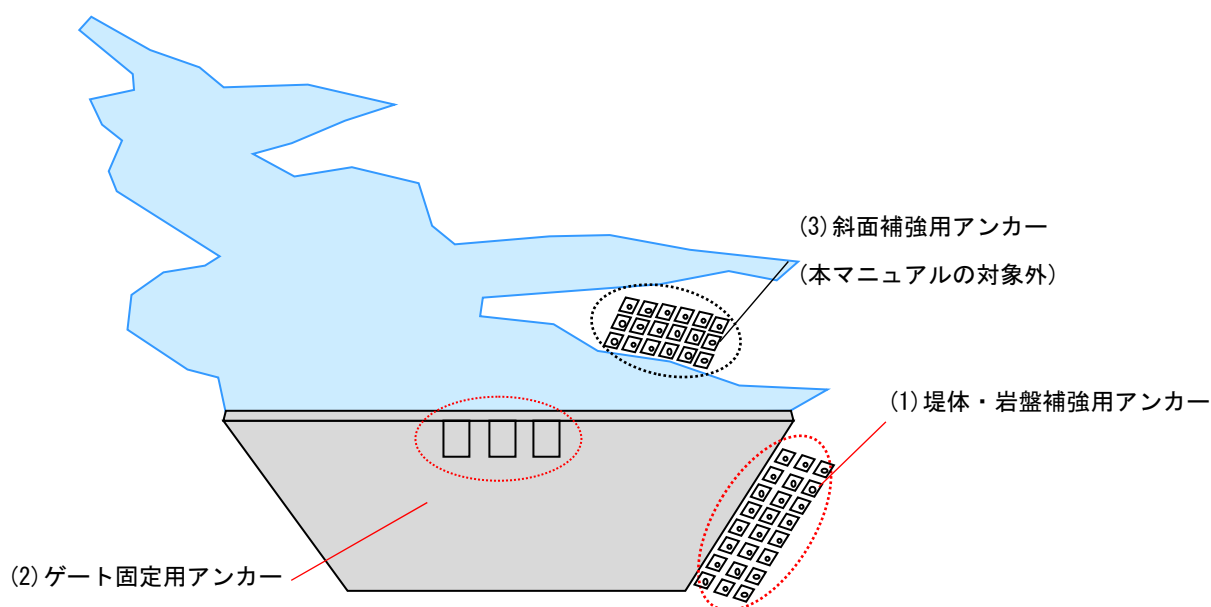


図 1.1 ダムにおける各種アンカー施工箇所

(2) 堤体・岩盤補強用アンカー

コンクリートダム(重力式、アーチ式等)の堤体、関連構造物(門柱、洪水吐き等)および堤体を支える基礎岩盤(堤敷、左右岸アバットメント等)を安定化させるために設置するアンカーで、アーチダム堤体からのスラスト力を受け持つ基礎岩盤に断層等がある場合に用いられる PS アンカーなどがある。

また、堤体の耐震性の向上や回復、補強・補修を目的として施工されたケースもある。堤体・岩盤補強用アンカーの施工事例を図 1.2 及び図 1.3 に、堤体補強用アンカーの

事例を図 1.4 に示す。



図 1.2 堤体周辺岩盤でのアンカー施工事例(1)



図 1.3 堤体周辺岩盤でのアンカー施工事例(2)⁷⁾

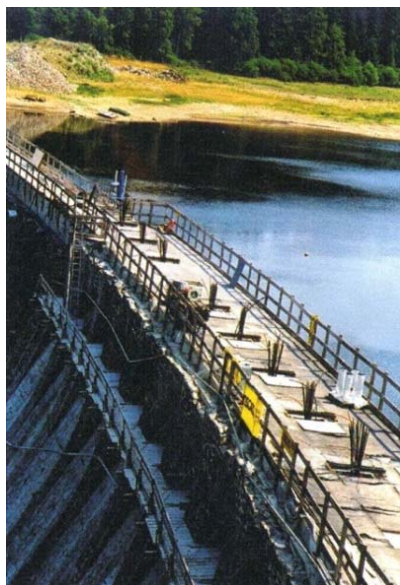
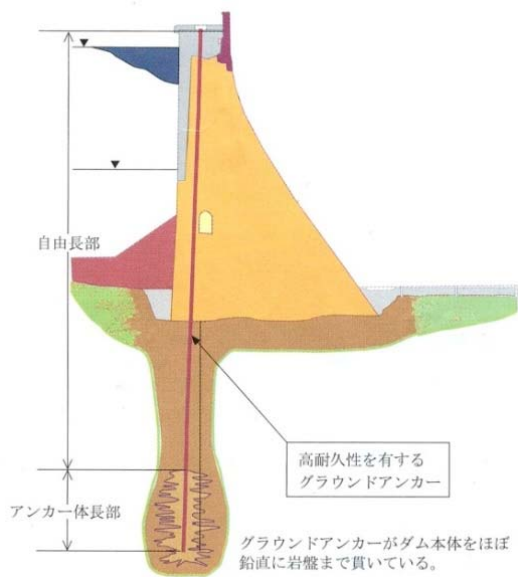


図 1.4 耐震性能向上を目的とした堤体補強用 PS アンカーの施工事例 (ドイツ Muldenberg Dam)⁸⁾

(3) ゲート固定用アンカー

ゲート固定用のアンカーは、ゲートに作用する水圧等の荷重を PC 鋼材のプレスト力
でコンクリートに応力伝達する主要な部材であり、荷重が集中するラジアルゲートの
軸部やローラーゲートの枠部を堤体コンクリートに固定するために用いられている。
近年は、受圧荷重の堤体内への分散が可能であること、後施工が可能であること、経済
性に優れること、足場によって良好な施工性が確保される等の理由で、大規模なゲート
で PC アンカーが多く採用されている。ゲート固定用アンカーの施工事例を図 1.5 及
び図 1.6 に示す。

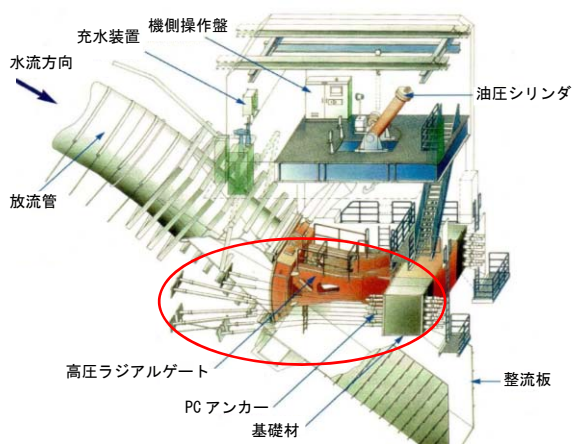


図 1.5 ゲート固定用アンカー施工事例⁹⁾



図 1.6 ゲート固定用アンカー施工事例(2)
(写真の一部に加筆)

(4) 斜面補強用アンカー

ダムにおいては、貯水池周辺斜面の安定を目的としたグラウンドアンカーが多く設
置されている。ただし、このアンカーは地盤（土砂～岩盤）の安定化を目的とするもの
であり、上記の堤体・岩盤補強用アンカーやゲート固定用アンカーとは設置目的や設計
の考え方が異なる。

このため、貯水池斜面の安定を目的としたアンカーの点検・調査に関しては、『グラ
ウンドアンカー設計・施工基準、同解説』⁶⁾、『グラウンドアンカー維持管理マニュアル』
⁵⁾等の国内指針類によるものとし、基本的には本マニュアルの対象から除くこととする。

ただし、貯水池斜面の安定を目的としたアンカーのうち、岩盤を対象とするもの（ロ
ックアンカー）については、上記の国内既存指針類における記述が少ないため、適切な
点検・調査の目安が十分に示されていない状況にある。ロックアンカーは、本マニ
ュアルで対象とする堤体・岩盤補強用アンカーと類似した点も多いため、点検計画の作成に
当たっては、本マニュアルを参考とすることができる。

〔参考〕アンカーの分類毎の設計上の特性

前述のとおり、アンカーは用途及び機能によって分類され、分類によって設計上の特

性が異なる。例えば、構造物補強用アンカーは、アンカーにプレストレスを与え、緊結効果を期待するものであるが、国内では斜面安定用アンカーが主流であるため、両者の違いが余り認識されておらず、構造物補強用アンカー特有のプレストレス構造であることの意識も低い。そこで、若干混乱の多いアンカーの分類ごとの設計上の特性を表 1.2 に示す。

表 1.2 アンカーの分類ごとの設計上の特性

用途	機能区分		ダムにおける 補強対象物	アンカー設計法	備考
構造物 補強用	堤体・岩盤補強用アンカー (PS アンカー)		堤体・堤体周辺岩盤 (橋台、岸壁、擁壁等)	プレストレスの考え方を抵抗力として与え、転倒や滑動に抵抗する剛体設計が基本。	欧米ではプレストレス構造であることを強調することが多い。
	ゲート固定用アンカー (PC アンカー)		ゲート固定部 (PC 構造物)	プレストレスコンクリート(PC)の引き抜き抵抗による剛体設計が基本。	
斜面 安定用	グラウンドアンカー	ソイルアンカー (土砂(砂礫、砂、粘性土)斜面)	貯水池土質斜面 (地すべり対策等)	円弧すべり面を設定し、引止め力と締め付け力を抵抗力として与える設計が基本。	国内ではソイルアンカーが主流であり、岩盤斜面もそれに準じている。
		ロックアンカー (岩盤斜面：グラウンドアンカーのうち、岩盤からなる斜面等にアンカーを定着するもの)	貯水池岩盤斜面 (岩盤崩落防止等)	くさび滑動面を設定し、引止め力と締め付け力を抵抗力として与える設計が基本。	

なお、海外においては、構造物補強用アンカーを扱う場合、グラウンドアンカーの名称で示すこともあるが、アンカーの前にプレストレスを付して呼ぶ場合が多い。欧米におけるアンカーの設計では、構造物補強用アンカーは対象物が弾性体（厳密には弾塑性体）であり、プレストレスのアンカーで締め付けて安定を図ることが基本的な考え方である。PTI（ポストテンション学会）¹³⁾では、“Prestressed Rock and Soil Anchors”とし、グラウンドアンカーの名称は使用されていない。

一方、国内ではグラウンドアンカーという呼称が一般的で、通常、プレストレスであることが明記されることはない。その理由として、土砂（砂礫、砂、粘性土）法面の安定対策に用いられるソイルアンカーが国内使用の大半を占めていることがある。国内のソイルアンカーの設計の基本的な考え方は、対象物が塑性体であることから、常時の締め付け力は大きくなく、地すべり時に待ち受けるように設計されることである。なお、常時の締め付け力を大きくしないことで、大規模地震時にアンカーが地山安定に効果を発揮する余地は大きくなる。国内の貯水池周辺斜面で用いられるアンカーは、岩盤であってもソイルアンカーの設計法に準じている場合が多い。

海外事例として、『Recommendations for Prestressed Rock and Soil Anchor』（PTI、2004 改訂）¹³⁾では、アンカーの付着応力に影響する因子をロックアンカーとソイルアンカーで抽出し、明確に分類している。これによるとソイルアンカーはロックアンカーと異なり、土砂とグラウトの付着のために、ケーシング加圧やパッカー加圧による加圧グラウトを基準化している。

構造物補強用アンカーを理解するためには、斜面補強用アンカーと比較して重要度や環境条件に相違があり、それぞれの適用におけるアンカーへの要求性能も異なることに留意すべきである。つまり、構造物補強用アンカーは、一般に設計外力に対して相対的に大容量かつ少数のアンカーで抵抗しなければならない。このため、補強対象物全体の重要度が斜面安定用アンカーと仮に同じでも、1本のアンカー単独で考慮すべき重要度は相対的に大きくなる（『Design and construction of prestressed ground anchorages』（fib（国際コンクリート協会）、1996）¹⁴⁾）。

一方、斜面安定用アンカーは、多数のアンカーで地盤からの応力に抵抗することになる。このため、補強対象物自体の重要度は高くても、1本のアンカー単独で受け持つべき抵抗力に対して考慮しなければならない安全性の余裕は相対的に小さい。

従って、構造物補強用アンカーとして分類されるダムにおけるアンカーは、設計から維持管理まで高いレベルの性能（安全性、機能性、耐久性等）が求められ、維持管理においては精度の高い安全側の点検・補修システムが必要である。

〔参考〕ダムにおけるアンカーの適用例

（ア）堤体・岩盤補強用アンカー

〈ダム堤体周辺岩盤の補強〉

堤体周辺の基礎岩盤または地山を補強するアンカーに対しては、構造物補強用として堤体補強用アンカーと同様の安全度の高い設計を行う必要がある。アーチダムのアバットメント補強のための岩盤 PS 工もこの分類に入る。

- 堤敷の基礎岩盤の補強（不連続面を有する岩盤間の PS（プレストレス、以下同じ）締付けによる滑動・浮き上がり防止）
- 左右岸基礎岩盤の補強（PS 締付けによる滑動防止・引張応力抑制）
- 岩盤すべり地形の表層の補強（PS 締付けによる滑動防止）
- 大規模掘削における地山安定（PS 締付けによる滑動防止）

〈コンクリートダム堤体等の補強〉

海外では、堤体そのもの補強としてアンカーが用いられる事例もある。堤体補強用のアンカーは、ダムの構造物としての規模の巨大さや機能の重要性を反映して、

構造物アンカーの中でも特に大きな荷重への対応性、施工の確実性、長期の耐久性等を必要とする。以下に適用ケースをあげる。

- 大規模地震に対する耐震性向上のための補強（PS 締付けによる引張応力抑制）
- 設計洪水流量の増加に対する堤体安定性の確保（PS 締付けによる転倒・滑動防止）
- 堤体嵩上げに伴う補強（高標高部の PS 締付けによる転倒・滑動防止・引張応力抑制）
- 堤体水平打継目の漏水対策（水平クラックの PS 締付けによる止水）
- 堤体の関連構造物（付属工作物）の補強（PS 締付けによる転倒・滑動防止・引張応力抑制）

（イ）ゲート固定用アンカー

ゲート固定部に用いられるアンカー（PC アンカー）は、ダム機能に関わる重要部材であり、大容量・少数のアンカーが使われることが多い。ラジアルゲートの軸部やローラーゲート枠部の門柱・堤体コンクリートへの固定に用いられる。

（ウ）斜面補強用アンカー

貯水池斜面において地山安定を図ることを目的とするアンカーには、次のようなものがあり、グラウンドアンカーの基準で設計、施工されている。法面が土砂（砂礫、砂、粘性土）か岩盤かによってソイルアンカーとロックアンカーに区分される。

- 斜面表層の補強（締付けと引止めによる斜面の安定化）
- 貯水位変化に伴う斜面不安定化対策（水位変動の影響を考慮して引止め力を増大）

なお、ロックアンカーの場合、「堤体・岩盤補強用アンカー」との明確な区分は難しいことから、グラウンドアンカーの基準と本マニュアルの併用が望ましい（1.2. (4) 参照）。

1.3. 関連基準・指針等との関係

本マニュアルに記載の無い事項については、関連する既往の基準・指針等を参考とする。

【解説】

アンカーに関連する主な国内基準・指針等を表 1.3 に示す。

堤体・岩盤補強用アンカーについては、用途やアンカー特性の違いから、既存の基準・

指針等の中でそのまま適用できるものはないが、後述する各種アンカー特性の違いを認識していれば、考え方を適用可能なものは多い。

設計・施工に関しては、グラウンドアンカーの基準となる『グラウンドアンカー設計・施工基準、同解説』⁶⁾、建築用アンカーの基準となる『建築地盤アンカー設計施工指針・同解説』（一般社団法人日本建築学会、2001改訂）¹⁰⁾がある。

維持管理に関しては、『グラウンドアンカー維持管理マニュアル』⁵⁾があり、ダムにおけるアンカーの維持管理において基本的な項目に関する共通点が多い。しかし、同マニュアルは、グラウンドアンカーを対象としたマニュアルのため、アンカー荷重、配置、耐久性等の設計の考え方に係わるところで違いがある。

ゲート固定用アンカーに関する指針等としては、機械設備の設計・施工の観点からのものとして『ダム・堰施設技術基準（案）（基準解説編・マニュアル編）』（一般社団法人ダム・堰施設技術協会、2011改訂）¹¹⁾があるが、ゲート固定用アンカーの維持管理に関する記述はわずかである。土木構造物としての観点からのものはほとんど無く、『河川砂防技術基準 維持管理編（ダム編）』（国土交通省、2015改訂）³⁾に「土木構造物と放流設備等の境界部分（堤体に埋設されているアンカーや戸当たり部分等）が点検対象から漏れることがないように、各施設・設備の境界部分について点検の内容を確認するよう努める。」と記載されているのみである。従って、ゲート固定用アンカーの維持管理においては、本マニュアルにおける記載内容や事例を参考にすることが望ましい。

表 1.3 国内のアンカー技術に関する主な基準・指針等

指針の名称	発行年	発行機関	備考
グラウンドアンカー設計・施工基準 ⁶⁾	2013年改定	公益社団法人地盤工学会	斜面对策を主目的としたグラウンドアンカーを対象に設計・施工に関して基準化。最新版には維持管理も含む。
グラウンドアンカー設計施工マニュアル ¹²⁾	2013年改定	一般社団法人日本アンカー協会	上記基準に基づき、調査・計画、材料、防食、設計、施工、試験等について解説。
グラウンドアンカー維持管理マニュアル ⁵⁾	2008年	国立研究開発法人土木研究所、一般社団法人日本アンカー協会	グラウンドアンカーの実態調査を行い、それを基に維持管理に関してマニュアル化。点検手法、本マニュアルにおける詳細調査と同等の健全性調査についても記述。
建築地盤アンカー設計施工指針・同解説 ¹⁰⁾	2001年改訂	一般社団法人日本建築学会	建築用地盤アンカーについて、仮設用と本設用に分けて、設計・施工に関して詳細に記述。
ダム・堰設計技術基準（案）（基準解説編・マニュアル編） ¹¹⁾	2011年改訂	一般社団法人ダム・堰施設技術協会	ゲートを含む取水放流設備全体等の指針を集約したもの。ゲート固定部のPCアンカーに関する設計手法も記述。
【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⁾	2010年	一般社団法人ダム技術センター	ダム補強用アンカーの国内ダムへの適用性について検討。防食、緊張力管理についても記述。

1.4. 用語の定義

本マニュアルにおいて使用する主な用語の定義は以下による。

- 「アンカーの構成・構造」に関する用語

(1) アンカー：堤体・岩盤補強を目的に、プレストレスによって基礎岩盤を連結、補強するもの、または、ラジアルゲート軸部等において、ゲートの固定を目的に、プレストレスによって堤体コンクリートとゲートを連結させるものをいう。本マニュアルでは、アンカーシステム及びそれと一体となって機能する周辺部分をアンカーと呼ぶ。その構成は、アンカー体（削孔奥の定着端）、引張り部（緊張力伝達区間）、アンカー頭部（地表側の緊張端）からなる。

- 1) アンカー体：引張り部からの引張り力を、地盤との摩擦抵抗もしくは支圧抵抗によって地盤等に伝達するためにグラウトの注入により設置する抵抗部分をいう。また、アンカー体が設置される周辺の構造物等（基礎岩盤、堤体コンクリート、地山等）を「定着基礎」という。
- 2) 引張り部：アンカー頭部からの引張り力をアンカー体に伝達するために設置する部分をいう。引張り部の定着具背面を「アンカー頭部背面」という。
- 3) アンカー頭部：斜面・構造物等に作用させた力を引張り力として引張り部に伝達するために設置する部分をいい、定着具と支圧板、および保護部材からなる。

(2) アンカーシステム：緊張力を地盤（土砂（砂礫、砂、粘性土）、岩盤またはコンクリート）に伝達するために使用されるシステムで、テンドン（PC鋼材）、定着具、防食材、アンボンドシース、スペーサー、セントラライザー及びグラウト、保護キャップ、支圧板、台座等からなる。

- 1) テンドン：引張り力を伝達する部材をいい、通常、PC鋼線、PC鋼より線、PC鋼棒を単独または複数本束ねたものが用いられる。
- 2) 定着具：テンドンをアンカー頭部で定着させる部材をいう。
- 3) 支圧板：定着具と受圧構造物との間に荷重を分散させる目的で設置される部材をいう。
- 4) 台座：アンカーの引張り力を地盤や構造物に伝達するための部材をいう。
- 5) 頭部キャップ：アンカー定着具の保護と防食のために、これを覆うとともに防食用材料が充填でき、かつ維持点検時には取外しが可能なものをいう。
- 6) スペーサー：テンドン組み立て時にテンドンの間隔を一定に保ち、形状を保持するために用いられる部材をいう。
- 7) セントラライザー：テンドンをアンカー孔の中央部に保持できるもので、

グラウトの所要かぶり厚さを確保するためにテンドンに取り付けられる部材をいう。

- 8) 頭部コンクリート：アンカー定着具の保護と防食のために、これを覆うコンクリートまたはモルタルをいう。
- 9) 受圧構造物：アンカー頭部の緊張力を有効に構造物に伝達するために設ける台座等をいう。
- 10) 防食用材料：アンカーに用いる鋼材の錆または腐食を防止するために使用する材料をいう。

(3) アンカー構造物：狭義では補強対象物（堤体、基礎岩盤、地山斜面等）を意味するが、ダムのような大型構造物の場合、アンカーシステムとその定着基礎を対象に含むことが多いことから、本マニュアルでは、このようなアンカーの力学的影響の及ぶ広範囲の構造物全体を指すこととする。

(4) 旧タイプアンカー：1988年11月制定・土質工学会基準「グラウンドアンカー設計・施工基準」以降の防錆基準を明確にした学会基準に準拠していない構造のアンカーをいう。防食が十分でなく、破断の恐れが大きい。国内では1993年頃まで施工のアンカーは旧タイプのものが多い。これ以降のアンカーは、二重防食が基本となり、防食性に優れる。

(5) フルボンドアンカー：テンドン自由長部がアンカー緊張定着後二次グラウトにより拘束されている構造のアンカーをいう。アンカーを緊張・定着した後のテンドン（PC鋼材）の処理において、防錆等の目的からテンドン周囲をグラウト注入によって固定する。防錆以外に、万が一破断しても影響を最小限にとどめる等のリスク管理上の優れた面がある。

(6) アンボンドアンカー：テンドン自由長部がシースにより被覆され、シースとの空隙にグリースやワックスが充填されている構造のアンカーをいう。シースの外側はグラウトで固化されることが多い。ただし、孔奥の定着部だけは、テンドン周囲が直接グラウトで固化される。テンドンが固化されないため、再緊張や緊張力計測が可能等の維持管理上の優れた面がある。

● 「アンカーの目的」に関する用語

- (1) 構造物補強用アンカー：構造物の補強と安定を目的として設置されるアンカーをいう。構造物や岩盤に作用するプレストレス力と摩擦力によって、転倒や滑動に対する抵抗力を得る。一般に、設計外力に対して相対的に大容量または少数のアンカーで抵抗するため、後述の斜面安定用アンカーよりもアンカー単独で考慮すべきリスクレベルが高いことから、要求される性能も高い。ダムにおいては、下記の堤体・岩盤補強用アンカーとゲート固定用アンカーの2種類が

ある。

- (2) 堤体・岩盤補強用アンカー：アンカーに加えるプレストレスにより補強対象物を緊結するアンカーで、ダムにおいては、堤体や、堤体を支える基礎岩盤および堤体周辺の基礎岩盤を補強し安定化させるために設置するアンカーをいう。代表的なものとしてアーチダムに使用される岩盤 PS 工がある。海外では **Post-tensioned Anchor** と呼ばれる。
 - (3) ゲート固定用アンカー：アンカーに加えるプレストレスでもって補強対象物を緊結するアンカーで、ダムにおいて、ラジアルゲート、ローラーゲート等の固定部を支えるために固定部を定着基礎となる門柱等の堤体コンクリート部に緊結するアンカーをいう。ゲート固定用アンカーは、後付け施工が可能で大規模ゲートにも対応可能であることから、近年使用例が多くなっている。
 - (4) 斜面安定用アンカー：斜面の安定を目的として設置されるアンカーをいい、国内ではグラウンドアンカーの用途とほぼ同じである。一般的にすべり面（滑动面）に作用する引止め力と締付け力（摩擦力）によって、すべりに対する抵抗力を得る。比較的多数のアンカーによって、表層の緊張力を定着基礎に伝達する。岩盤すべり・地すべり対策、崩落防止、法面保護などに使用され、対象地盤は土砂（砂礫、砂、粘性土）から岩盤まで広い。ダムにおいては、ソイルアンカー、ロックアンカーの両方が貯水池周辺の斜面对策に用いられる。
- 「点検」に関する用語
 - (1) 巡視：ダムとその基礎岩盤及び貯水池周辺斜面等の異常の有無等について、目視等により概括的に状態を把握するために行う巡回をいう。
 - (2) 基礎点検：通常点検、定期点検及び臨時点検の実施にあたって必要となるアンカーの設計・施工及び維持管理に関する情報を予め収集・整理することをいう。
 - (3) 通常点検：日常の維持管理における巡視等にあわせて行う点検をいう。
 - (4) 定期点検：通常点検では確認困難な箇所や部位も含め、定期的に行う点検をいう。
 - (5) 臨時点検：地震等の災害時等に必要に応じて都度行う点検をいう。
 - 「調査」に関する用語
 - (1) 詳細調査：アンカーの点検により異常が確認された場合に、より詳細にアンカーの状態を確認し、アンカーの健全性を評価するための調査をいう。
 - (2) リフトオフ試験：すでに定着されているアンカーの残存引張り力を測定する方法のうち、定着具や再緊張余長にジャッキを設置して載荷することで、定着具が支圧板から離れ始めたときの荷重を測定し、アンカー残存引張り力を求める

試験をいう。

- (3) モニタリング：日常点検よりも高い頻度で、継続的に計測等を行うことで供用中のアンカーの状態を監視すること。一般には荷重計を用いた残存引張り力のモニタリングを指すことが多い。
 - (4) 超音波探傷試験：テンドンのクラック、断面欠損などの損傷をアンカー頭部から調査を行うために、超音波を用いて探傷を行う試験をいう。
 - (5) 不可視部：アンカーのうち目視点検が困難な部分をいう。アンカーのうち、一般に頭部以外は地盤やコンクリートの中にあるため、リフトオフ試験や荷重計によるモニタリングによりテンドンの緊張力は計測できるがテンドンの腐食、防錆材の状態はわからない。このため、目視点検では頭部における漏水、漏油、草木、こけの繁茂、遊離石灰などの観察から内部の状態を推察することが必要となる。
 - (6) 遅れ破壊：長期間の緊張下にある緊張材が、孔食のようなごく小さい傷より、前兆なく破断まで一気に至る現象をいう。
- 「対策」に関する用語
 - (1) 維持：部材の小規模な交換、追加、保護によって、もとの機能を保持する措置をいう。
 - (2) 補修：劣化や損傷が生じた既設アンカー機能を回復させることを目的とした措置をいう。例えば、既設アンカーの再緊張、頭部保護工の修復、グリース充填等が該当する。
 - (3) 補強：既設アンカーに生じた劣化や損傷の補修にあたって、その機能をもとの機能以上に向上させること、または、特に劣化損傷がなくても積極的に既設アンカーの機能向上を図ることを目的とした措置をいう。例えば、アンカーの追加（増しアンカー）が該当する。
 - (4) 更新：既設アンカーの機能を見込まず、その周辺において新たなアンカーを設置（削孔、緊張）する処置をいう。アンカーの詳細調査によって、安全性に影響を及ぼす劣化またはその兆候が見られる場合、供用上必要な性能レベル（緊張力、強度等）を下回る場合、補修・補強により健全性を確保することが困難または非経済的な場合等に更新が行われる。
 - (5) 緊急対策：アンカーの点検により、破断、抜け等が予想されるアンカーに対して、第三者への被害等を防ぐために緊急的に行う処置をいう。破断した場合の飛び出し・落下防止対策が該当する。
 - (6) 応急対策：アンカーの詳細調査により、対策を要すると判断されるアンカーに対して、本格的な補修・補強を行うには時間を要する場合に、本格的な対策の

実施を前提として当面の機能確保や機能の低下防止のために行う処置をいう。
 頭部部材の錆の進行を遅らせる錆落とし・交換、防錆材の再充填等が該当する。

【解説】

用語について、以下に解説する。

(1) アンカーの構成・構造

本マニュアルにおいて、「アンカー」はその機能面から図 1.7、部材等としては図 1.8 に示す構成からなるものと定義する。

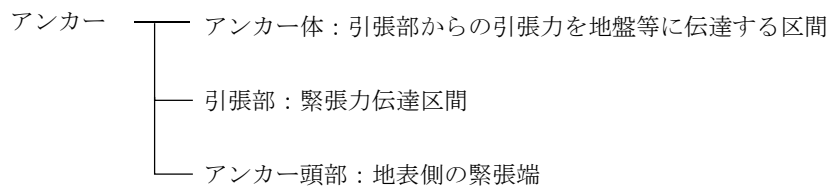


図 1.7 機能によるアンカーの構成

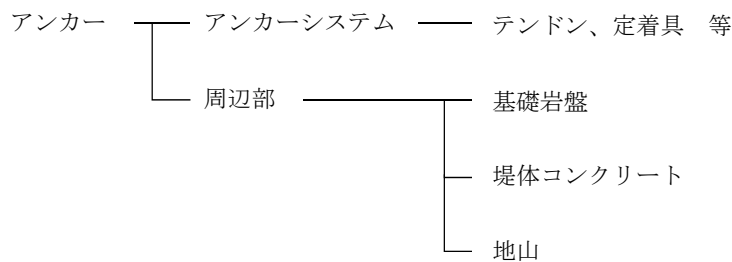
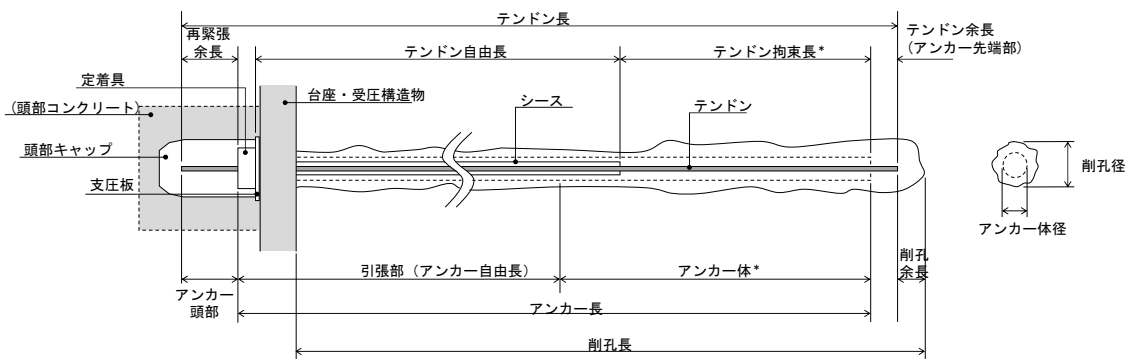


図 1.8 部材等によるアンカーの構成

本マニュアルでの「アンカーシステム」の各部（図 1.9）の定義については、『グラウンドアンカー維持管理マニュアル』⁵⁾に準じている。



* アンカー体は、引張部からの引張力を地盤との摩擦抵抗等によって地盤等に伝達するために、グラウト注入により設置する抵抗部分である。それに対して、テンドン拘束長は、テンドンに加わる引張力をアンカー体のグラウトに伝達させるために必要な部分のテンドンの長さをいう。

図 1.9 アンカー各部位（部材）の名称¹²⁾

「旧タイプアンカー」、「フルボンドアンカー」及び「アンボンドアンカー」は、それら分類が点検において耐久性の評価をする際の重要な判断材料となることから、本マニュアルにおける用語として用いることとした。アンボンドアンカーとフルボンドアンカー（図 1.10）では点検や調査の方法がかなり異なるために、事前にいずれかを明確にしておく必要がある。

なお、国内において、アンボンドアンカーは、再緊張・モニタリングが容易であることから、アンカーのクリープが大きく、また、長期にクリープが継続する地盤で多く使用されている。また、ソイルアンカーにおいても、すべりに対してある程度変位を許すことから、変位に柔軟なアンボンドアンカーが用いられる。一方、米国では、岩盤で PS アンカーが採用されることが多く、堤体・岩盤補強アンカーの施工が多数ある。内務省開拓局は全てフルボンド型アンカーを、連邦エネルギー庁も基本的にフルボンド型アンカーを、合衆国陸軍工兵隊やカリフォルニア州水資源局はアンボンド型アンカーを採用している。

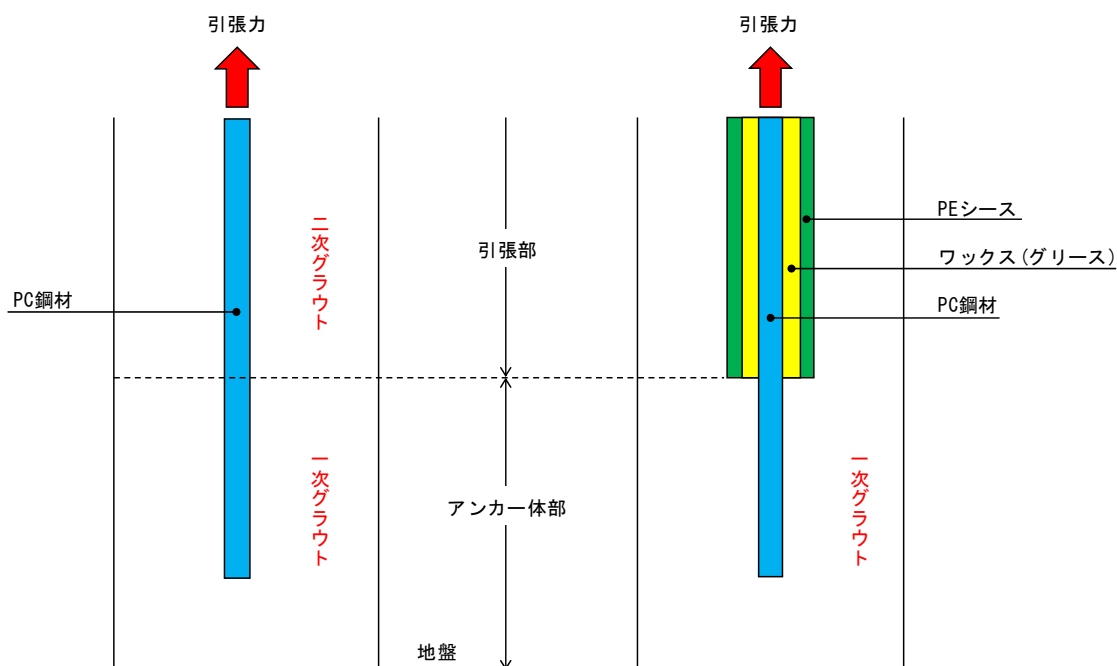


図 1.10 フルボンドアンカー（左）とアンボンドアンカー（右）⁸⁾

(2) アンカーの目的

「構造物補強用アンカー」と「斜面安定用アンカー」の用語は、PTI 等における海外基準¹³⁾を参考に定義を示した。日本においては、両者の区別が曖昧となっているが、ダムのような大型構造物に対してアンカーを施工する場合は、不可欠の概念である。

PS アンカーの PS は、岩盤 PS 工等で既に認知された用語、PC アンカーの PC は、ゲート関係の指針類で使用されている用語であるが、両者ともにプレストレスを与え

ることで構造体の引張強度と全体剛性を高めるよう設計されるものであり、混乱が生じやすい。このため、両者の混同を避けるとともに、使用箇所により明確に区分することとし、本マニュアルの用語としてはそれぞれ、「堤体・岩盤補強用アンカー」「ゲート固定用アンカー」を用いることとした。これらに対して、グラウンドアンカーは、メカニズムを表す用語ではないが、国内・海外で定着した用語であるので、本マニュアルにおいても用語として採用した。

(3) 点検

「巡視」の定義は、『河川砂防技術基準 維持管理編（ダム編）』³⁾を参考としている。

「通常点検」、「定期点検」、「臨時点検」は、『グラウンドアンカー維持管理マニュアル』⁵⁾を参考に、本マニュアルの作成において定義したものであり、『河川砂防技術基準 維持管理編（ダム編）』³⁾の定義による点検とは、頻度等が異なる。

(4) 調査

通常点検、定期点検または臨時点検により、変状が確認された場合に、より詳細にアンカーの状態を確認し、健全度を評価するために行う詳細調査における調査の種類として、「リフトオフ試験」、「頭部詳細調査」等の現地調査や、防錆材の成分分析、顕微鏡観察等の室内試験がある。「リフトオフ試験」の定義は、『グラウンドアンカー維持管理マニュアル』⁵⁾を参考にしている。

(5) 対策

アンカーの詳細調査により、供用上必要なレベルを下回る性能を持つアンカーに対して維持、補修、補強、更新等が実施される。このうち、「補修」と「補強」の用語の定義は、『橋梁定期点検要領』（平成 16 年 3 月、国土交通省道路局防災課）¹⁵⁾等における記述を参考にしている。また、「更新」、「応急対策」および「緊急対策」については、『グラウンドアンカー維持管理マニュアル』⁵⁾を参考に用語の定義を示したが、「更新」については、実態に即して追記している。