

# 国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of  
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.968

March 2017

## ダムにおけるアンカー点検マニュアル（案）

A Draft of Technical Manual for Dam Anchor Inspection

河川研究部 大規模河川構造物研究室

Large-scale Hydraulic Structure Division, River Department

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management  
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan

ダムにおけるアンカー点検マニュアル（案）

佐々木 隆	*
金銅 将史	**
大越 盛幸	***
小野寺 葵	***

A draft of anchor inspection manual for dams

Takashi Sasaki
Masafumi Kondo
Moriyuki Ookoshi
Aoi Onodera

概要

ダムの基礎岩盤やゲート固定部に使用されるアンカーについては、設置からの経過年数が長く劣化の兆候が見られるものも少なくなく、時には劣化が顕在化しているものも見られる。統一的な点検基準が無く、維持管理状況が一律的ではないことが、その背景として考えられる。このため、ダムにおけるアンカーの適切な維持管理に資する統一的な基準となるよう、本点検マニュアルを作成した。

キーワード： ダム、アンカー、点検

Synopsis

Among the anchors installed for strengthening bedrock in dam foundation or used to fix gate structures to dams, we sometimes find a sign of deterioration or in their long-term use. A lack of unified manuals for inspection of these anchor systems might cause these situations. This draft manual is aiming to provide a consistent inspection method of anchor systems used in dam projects.

Key Words dam, anchor, inspection

- 
- \* 国土交通省 国土技術政策総合研究所 河川研究部 河川構造物管理研究官  
(前) 国土交通省 国土技術政策総合研究所 河川研究部 大規模河川構造物研究室 室長  
Research Coordinator for River Structures, River Department, NILIM
  - \*\* 国土交通省 国土技術政策総合研究所 河川研究部 大規模河川構造物研究室 室長  
Head, Large-scale Hydraulic Structure Division, River Department, NILIM
  - \*\*\* 国土交通省 国土技術政策総合研究所 河川研究部 大規模河川構造物研究室 研究官  
Researcher, Large-scale Hydraulic Structure Division, River Department, NILIM

## ダムにおけるアンカー点検マニュアル（案） 目次

はじめに .....	1
第1章 総則 .....	2
1.1. 目的 .....	2
1.2. 適用範囲 .....	2
1.3. 関連基準・指針等との関係.....	9
1.4. 用語の定義 .....	11
第2章 アンカーとその維持管理に関わる基礎的事項.....	18
2.1. はじめに .....	18
2.2. アンカーの劣化要因.....	19
2.3. アンカーの防食仕様.....	23
2.4. アンカーの残存引張り力の管理.....	27
2.5. アンカーの点検上の着目点.....	30
第3章 ダムにおけるアンカー点検の基本.....	32
3.1. 点検の基本方針.....	32
3.2. 点検の構成 .....	32
3.3. 点検の方法 .....	35
3.4. 点検主体 .....	37
3.5. 緊急対策 .....	37
3.6. 詳細調査 .....	37
3.7. 対策工 .....	43
3.8. 点検記録 .....	44
第4章 堤体・岩盤補強用アンカーの点検、詳細調査及び対策.....	45
4.1. 基礎点検 .....	45
4.2. 通常点検 .....	47
4.3. 定期点検 .....	48
4.4. 臨時点検 .....	49
4.5. 詳細調査 .....	50
4.6. 対策工 .....	54
第5章 ゲート固定用アンカーの点検、詳細調査及び対策.....	56
5.1. 基礎点検 .....	56
5.2. 通常点検 .....	58
5.3. 定期点検 .....	59
5.4. 臨時点検 .....	60
5.5. 詳細調査 .....	61

5.6. 対策工 .....	65
参考文献 .....	67

参考資料

参考1. 本マニュアルに基づく点検（試行）例 .....	69
1.1. 基礎点検（試行）の例.....	69
1.2. 点検計画（試行）の例.....	72
1.3. 点検及び詳細調査（試行）の例.....	79
参考2. 点検記録簿様式集 .....	93
2.1. 諸元総括表の様式例.....	93
2.2. 点検結果総括表の様式例.....	94
2.3. 点検記録簿の様式例（通常点検、臨時点検） .....	95
2.4. 点検記録簿の様式例（定期点検） .....	97
2.5. 詳細調査記録簿の様式例（頭部詳細調査） .....	100
2.6. 詳細調査における試験結果記録簿の様式例（リフトオフ試験） .....	103

## はじめに

河川法に基づく河川管理施設として定義されている国土交通省所管のダムにおいては、河川法に基づき定める操作規則において、ダム点検整備基準を定めて日常管理における巡視・点検を行うとともに、その結果等を踏まえてダム施設の効率的な維持・修繕等を図るなど、ダムの効果的・効率的な維持管理に努めてきたところである。加えて、長期的視点からダムの維持管理及び設備の更新をより効果的・効率的に行うため、ダムの長寿命化計画を策定するとともに、日常管理における巡視・点検等とあわせて定期検査<sup>1)</sup>やダム総合点検<sup>2)</sup>を行い、ダム施設の安全性や貯水池機能の保持等の観点から、定期的に健全度等の評価を行っている。

しかし、これまでに河川管理施設として建設されたダムが 500 基以上にのぼる中、その約 4 割のダムで完成後 30 年以上が経過しており<sup>3)</sup>、今後、経年劣化等による設備の維持・修繕等が必要となる例が増加するものと考えられる。また、他の土木構造物では 2012 年 12 月に発生した中央自動車道笹子トンネルでの事故等の例もある。これらのことを踏まえると、ダムの維持管理における各種の点検等もこれまで以上に確実かつ効果的・効率的に行い、ダムの安全性及び機能を長期にわたって保持していくことが重要になっている。

このような中、わが国のダムにおいて、アンカー技術は 1957 年に藤原ダム副ダムの安定を目的にした岩盤 PS アンカーに用いられて以来、ダム貯水池周辺斜面における地すべり対策等を始め、種々の目的で用いられており、多くのアンカー構造物が施工されている。しかしながら、初期の指針等に基づいて施工されたアンカー構造物は、防食への対策が必ずしも十分ではないこと、明確な点検指針が存在していなかったこと等から、アンカー構造物の維持管理状況が一律的ではなく、一部のアンカー構造物については劣化が顕在化しつつある現状にある。

本マニュアルは、ダムにおけるアンカー構造物を対象に、その点検等を通じた維持管理を合理的なものとするため、国内外におけるアンカー構造物に関する技術資料や各ダムでの事例等を整理し、ダムにおけるアンカー構造物の基本的・標準的な点検手法等について、現状の技術的知見や既往の実績を中心に参考技術資料としてとりまとめたものである。しかしながら、アンカー構造物に関する技術の研究・開発は引き続き実施されている。このため、今後も新たな知見が得られれば、それを踏まえ、本マニュアルの内容も必要に応じて見直しを図っていくべきものと考えている。

なお、本マニュアルに示す点検項目等は、標準的に考えられるものを示したものである。このため、点検等の実施にあたっては、本マニュアルとともに、各ダムの状況を十分に考慮し、必要な点検項目等を適切に決定することが肝要である。

## 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）<sup>4</sup>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）<sup>5</sup>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"> <li>▶ 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。</li> <li>▶ 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。</li> <li>▶ 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。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 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。</li> <li>▶ 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。</li> <li>▶ 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。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 貯水池周辺斜面等の安定を目的に設置される。</li> <li>▶ 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。</li> <li>▶ 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。</li> </ul>
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)』<sup>6)</sup>、『グラウンドアンカー維持管理マニュアル』<sup>5)</sup>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。

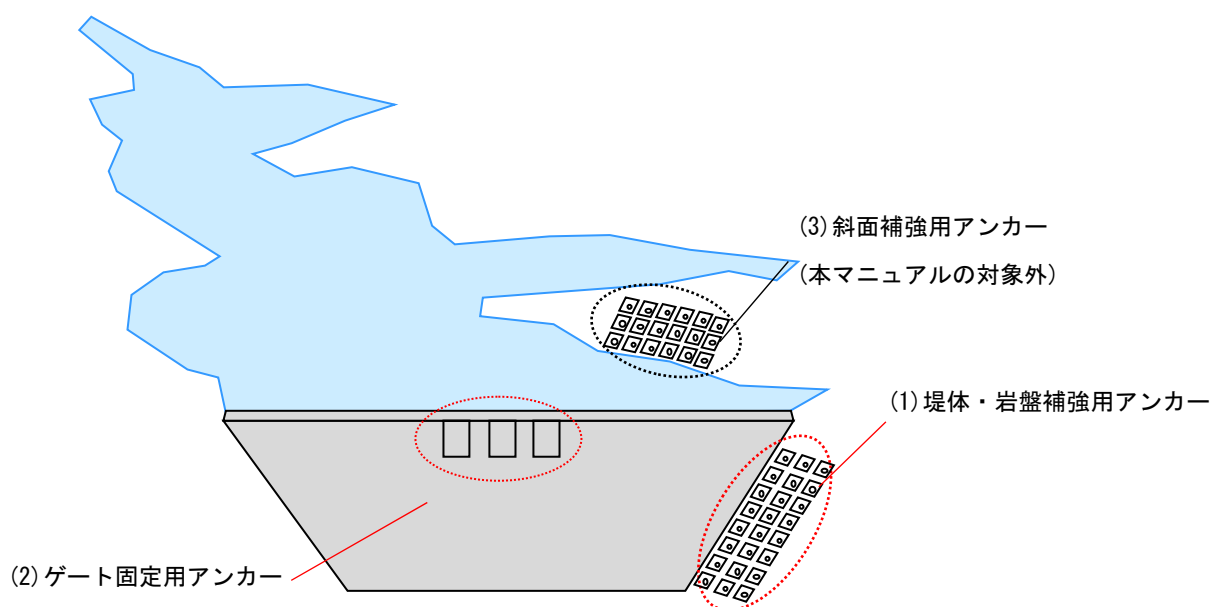


図 1.1 ダムにおける各種アンカー施工箇所

## (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)<sup>7)</sup>

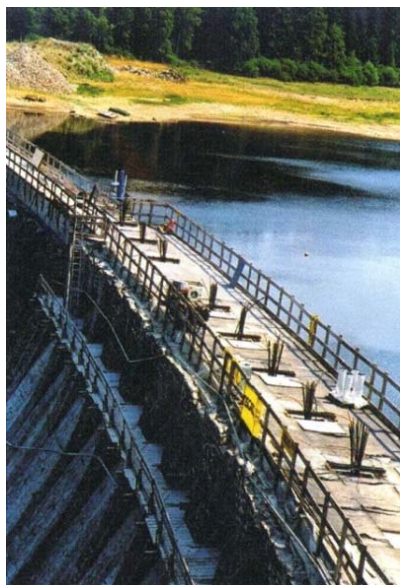
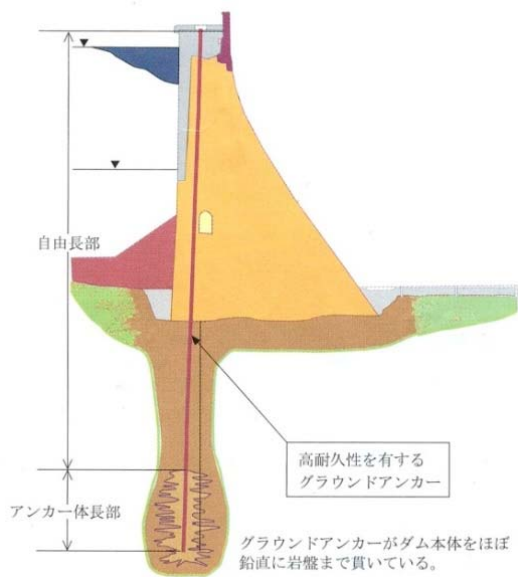


図 1.4 耐震性能向上を目的とした堤体補強用 PS アンカーの施工事例 (ドイツ Muldenberg Dam)<sup>8)</sup>

### (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。

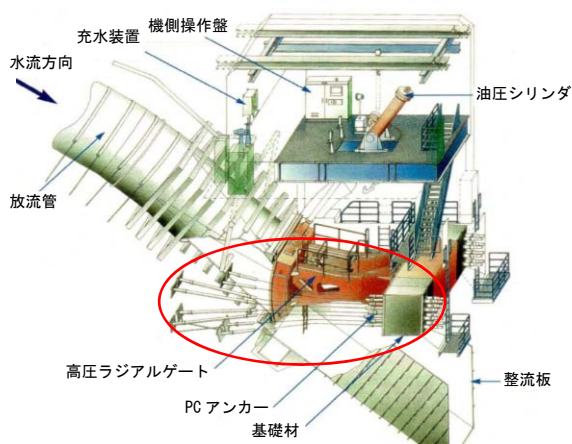


図 1.5 ゲート固定用アンカー施工事例<sup>9)</sup>



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』<sup>6)</sup>、『グラウンドアンカー維持管理マニュアル』  
<sup>5)</sup>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ことが多い。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）<sup>13)</sup>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）<sup>13)</sup>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）<sup>14)</sup>）。

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』<sup>6)</sup>、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）<sup>10)</sup>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』<sup>5)</sup>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）<sup>11)</sup>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）<sup>3)</sup>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 <sup>6)</sup>	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 <sup>12)</sup>	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 <sup>5)</sup>	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 <sup>10)</sup>	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） <sup>11)</sup>	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 <sup>8)</sup>	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とも呼ばれる。
  - (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。

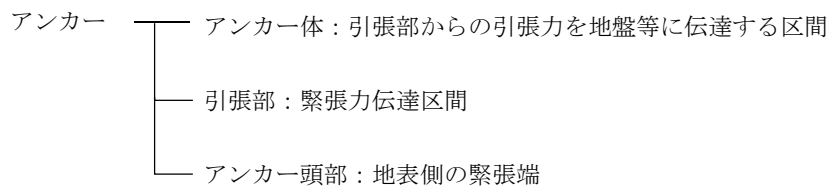


図 1.7 機能によるアンカーの構成

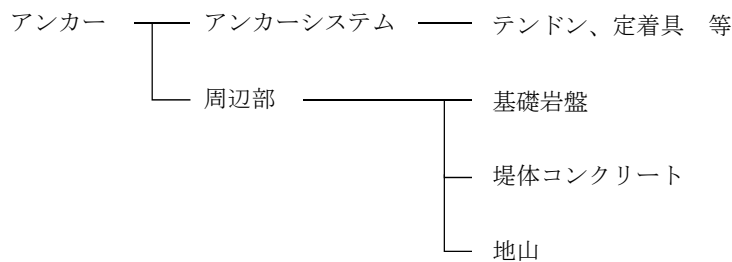
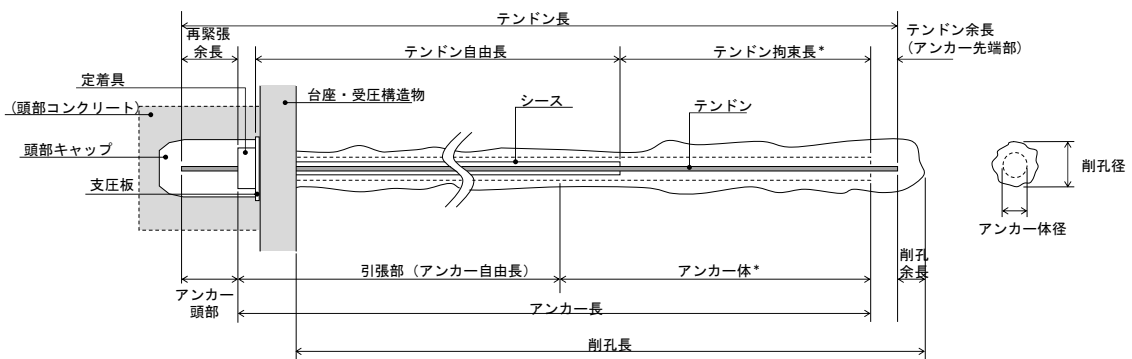


図 1.8 部材等によるアンカーの構成

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』<sup>5)</sup>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<sup>12)</sup>

「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。

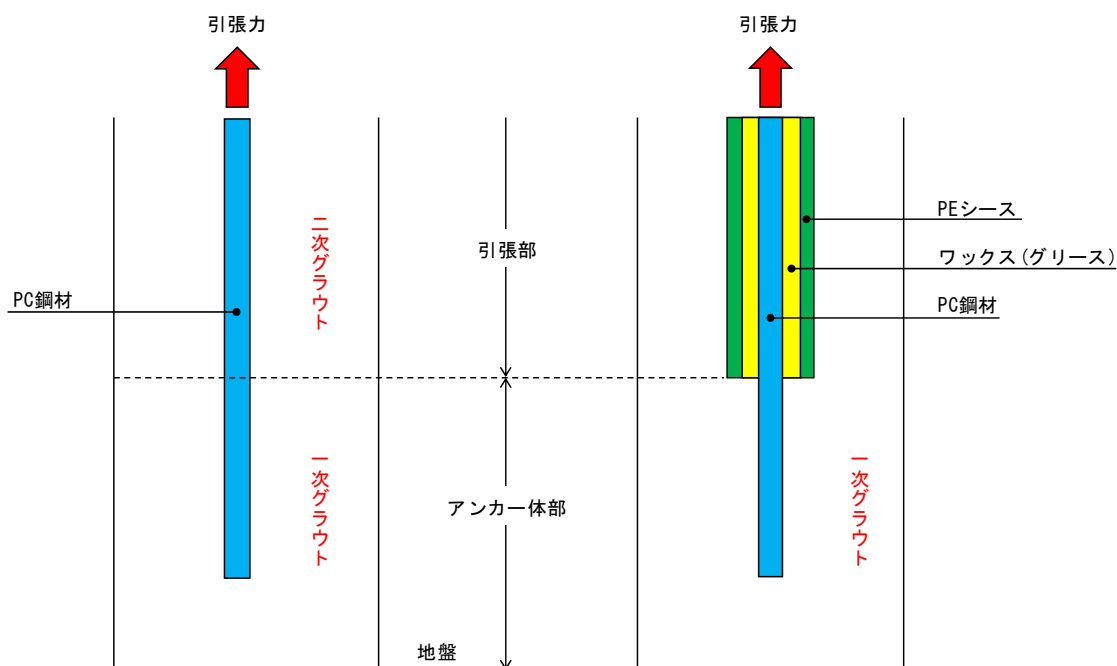


図 1.10 フルボンドアンカー（左）とアンボンドアンカー（右）<sup>8)</sup>

## (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<sup>13)</sup>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）』<sup>3)</sup>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』<sup>5)</sup>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）』<sup>3)</sup>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』<sup>5)</sup>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）<sup>15)</sup>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』<sup>5)</sup>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。

## 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' Coyne (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』 <sup>4)</sup> 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)<sup>16)</sup>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。

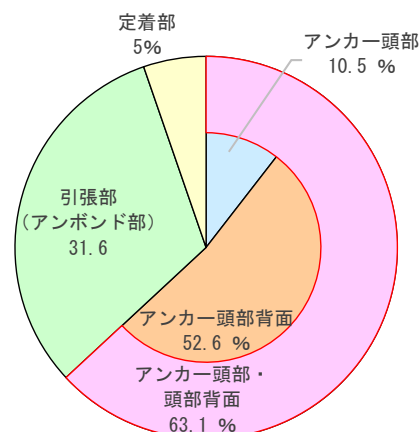


図 2.1 グラウンドアンカーの破断箇所<sup>16)</sup>

## 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』<sup>5)</sup>に記されている（図 2.2）。

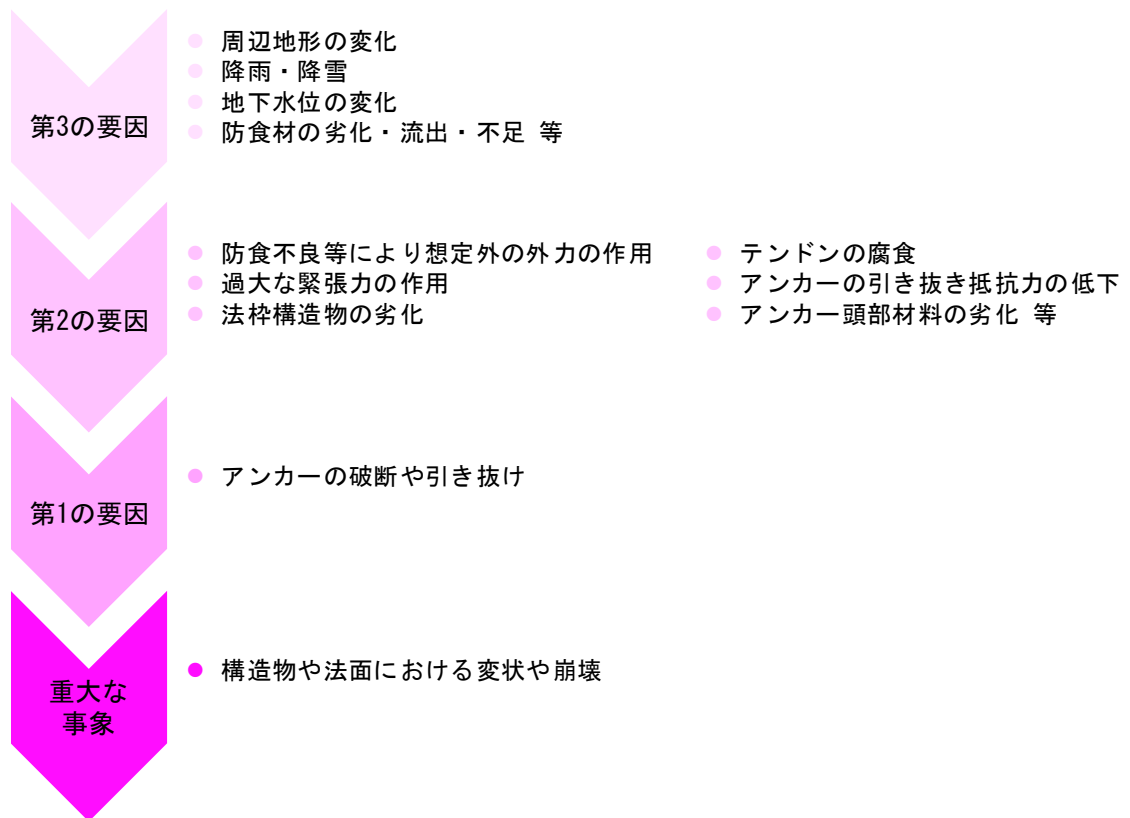


図 2.2 アンカー劣化が及ぼす結果とその要因

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。

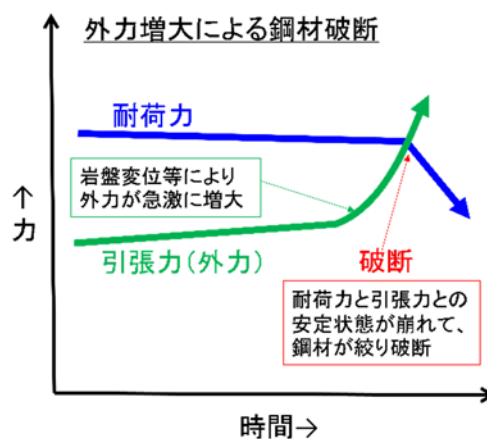


図 2.3 外力によるアンカー劣化イメージ

### (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

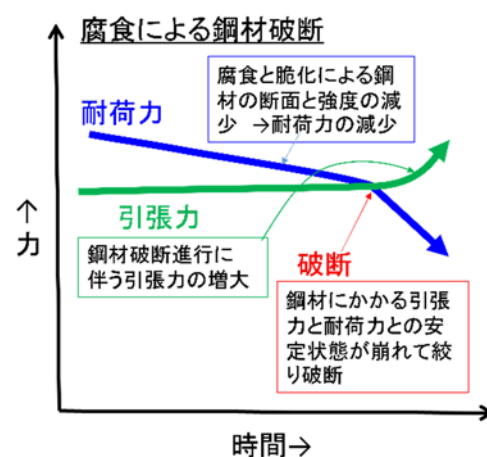


図 2.4 腐食によるアンカー劣化イメージ

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。

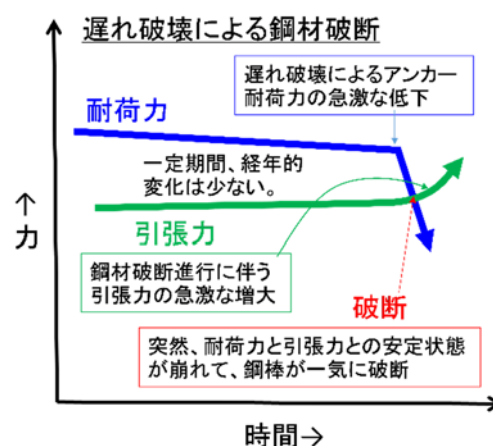


図 2.5 遅れ破壊によるアンカー劣化イメージ



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）<sup>17</sup>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。

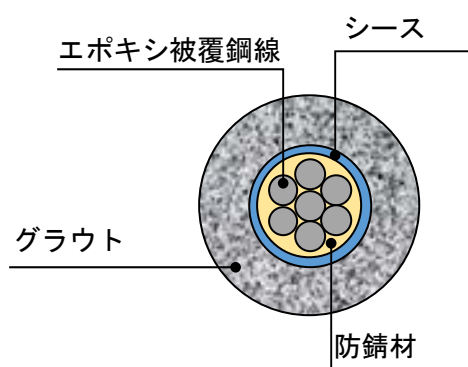


図 2.7 自由長部における防錆アンカーの仕様例

### (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。

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。

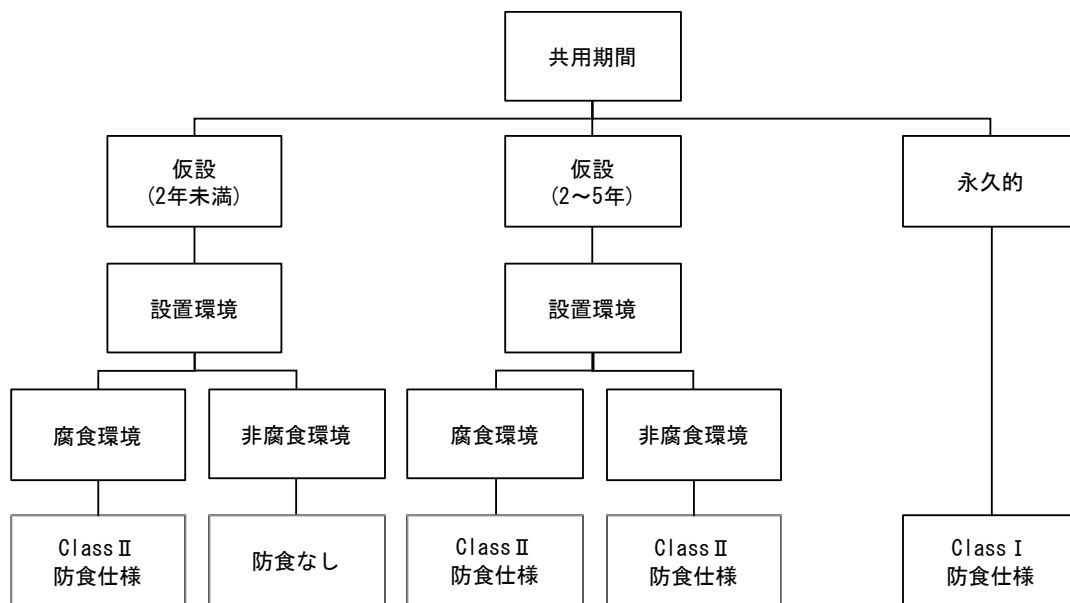
#### 〈参考：米国における防錆の仕様〉

- エポキシ樹脂被覆の採用

『Recommendations for Prestressed Rock and Soil Anchor』<sup>13)</sup>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』<sup>13)</sup>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<sup>11)</sup>

- 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) <sup>8)</sup>  
 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 <sup>8)</sup>  
 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<sup>8)</sup>。

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) <sup>4)</sup>	0.70 $P_u$ : Recommendations for Prestressed Rock and Soil Anchor (2004 年) <sup>13)</sup>

\*  $P_u$  : 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』<sup>10)</sup>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』<sup>9)</sup>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』<sup>10)</sup>、『グラウンドアンカー維持管理マニュアル』<sup>5)</sup>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。

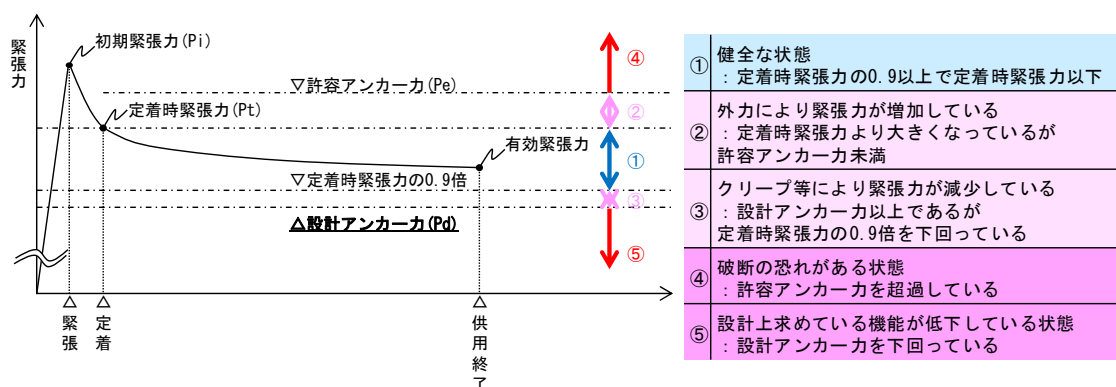


図 2.9 アンカー緊張力の経年変化と管理区分

(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。

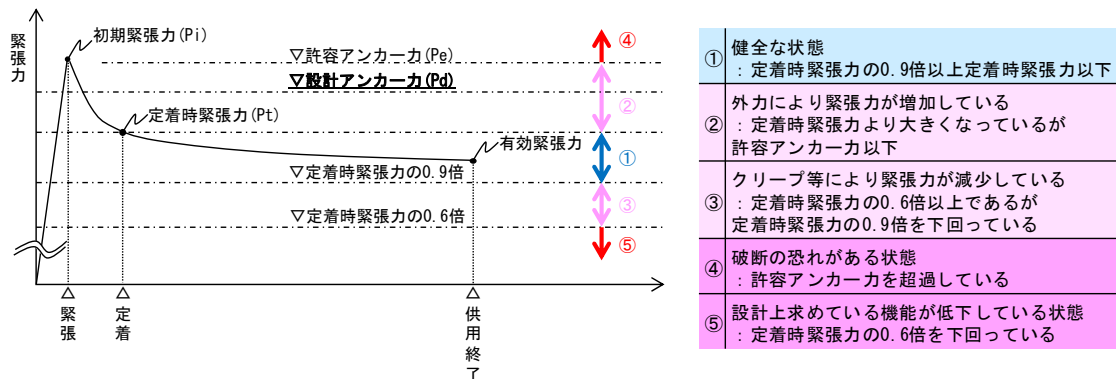


図 2.10 アンカー緊張力の経年変化と管理区分

(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』<sup>8)</sup>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<sup>6)</sup>および日本建築学会基準<sup>10)</sup>と、PTI 技術勧告<sup>13)</sup>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』<sup>10)</sup>を柱とし、補足としてアメリカの PTI 技術勧告<sup>13)</sup>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

## 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	<ul style="list-style-type: none"> <li>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）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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）</li> <li>最初の目視調査</li> </ul>
通常点検	年 4 回程度	<ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>目視点検(近接が難しい場合には、遠方より状況確認)</li> </ul>
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)	<ul style="list-style-type: none"> <li>「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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>目視点検(基本的に全数を近接確認)</li> </ul>
臨時点検	地震等の災害時の都度	<ul style="list-style-type: none"> <li>既設の点検ルートにて確認できる範囲にあるアンカー</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>目視点検(近接が難しい場合には、遠方より状況確認)</li> </ul>

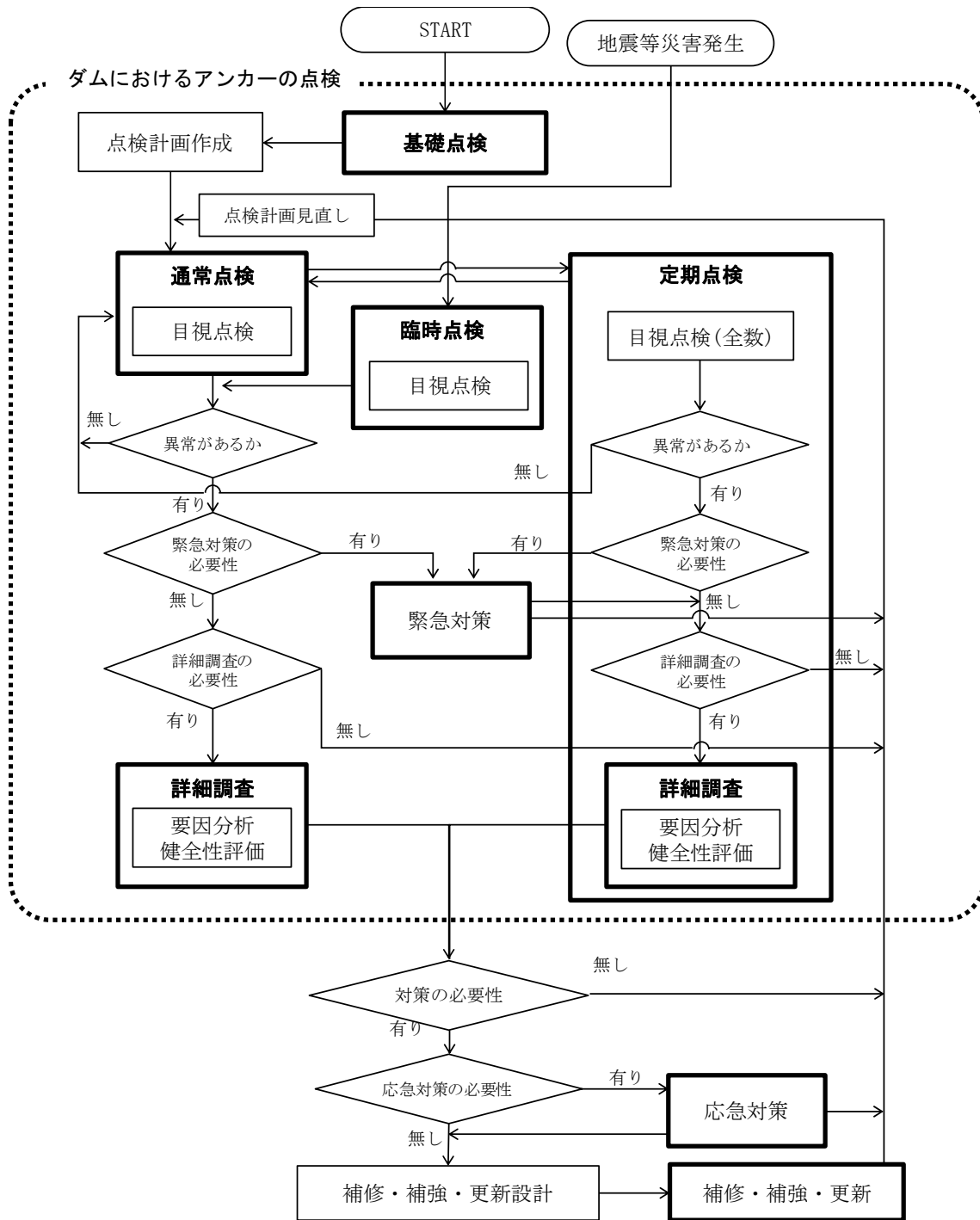


図 3.1 ダムにおけるアンカーの点検等フロー

### 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を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<sup>18)</sup>



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)<sup>18)</sup>



図 3.4 受圧構造物（法枠）に  
確認されたひび割れ<sup>18)</sup>



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<sup>18)</sup>



図 3.6 頭部コンクリート周辺の遊離石灰<sup>18)</sup>



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）』<sup>3)</sup>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な問題があり、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<sup>18)</sup>



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<sup>18)</sup>



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<sup>18)</sup>

### <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（ 3.11～ 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（ 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<sup>18)</sup>  
 (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<sup>18)</sup>

(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』<sup>4)</sup>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。

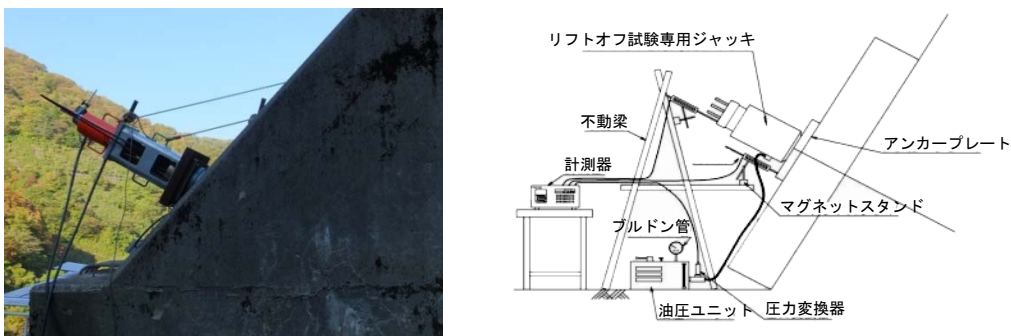
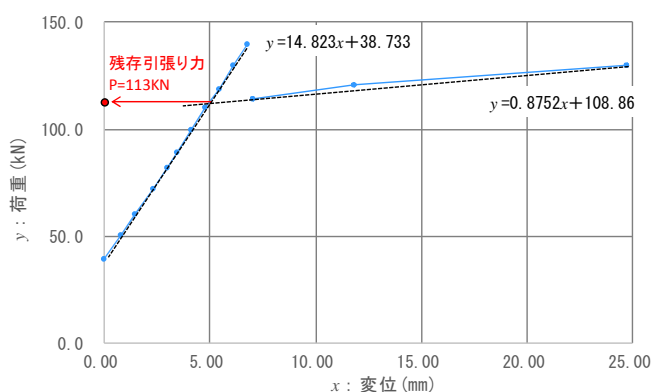


図 3.15 リフトオフ試験概要図



- 測定結果から、荷重－変位量曲線図を作成
- 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①<sup>18)</sup>

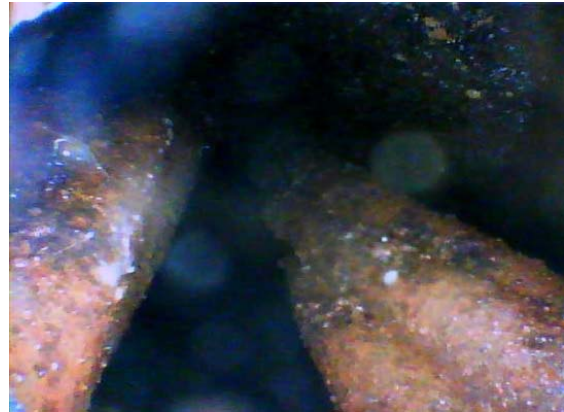


図 3.19 調査事例②<sup>18)</sup>

(激しく錆びた tendon 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。）



## 第4章 堤体・岩盤補強用アンカーの点検、詳細調査及び対策

### 4.1. 基礎点検

堤体・岩盤等補強用アンカーでの基礎点検は、アンカー諸元、構造図、これまでの維持管理記録等を収集・整理して確認を行い、点検計画の作成に当たってその結果を適切に考慮する。

#### 【解説】

堤体・岩盤補強用アンカーを対象とした基礎点検において収集・整理・確認する項目を表 4.1 に、それらの概略図を図 4.1 に示す。

表 4.1 基礎点検において収集・整理・確認する項目

項目	備考	項目	備考
アンカーNo		削孔径	
施工年		アンカー傾角	
工法名	*1	アンカー水平角	
施工本数		頭部処理方法	*3
施工延長		定着方法	*4
テンドンの諸元	*2	受圧構造物	
許容アンカー力		旧タイプアンカー使用の有無	*5
設計アンカー力		自由長部の防食方法	
定着時緊張力		定着部の防食方法	
アンカー体長		地盤環境	*6
アンカー長		地盤条件	*7
フルボンド型使用の有無		荷重計設置の有無	

\*1 アンカー技術（工法）のメーカー毎の呼称（●●永久アンカー等）

\*2 テンドンの構成：PC 鋼線・PC 鋼より線・PC 鋼棒の種類、記号、呼び名、寸法諸元

\*3 頭部コンクリート又は頭部キャップ

\*4 くさび、ナット又はくさびナット

\*5 『グラウンドアンカー設計・施工基準』<sup>4)</sup>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

\*6 温泉地、鉄道沿線等の迷走電流や地下水過多等により、テンドンや鋼材、グラウト材の劣化が予想されるか否か。

\*7 劣化、風化しやすい地盤であるか否か。

\*8 上記項目と併せて以下の図面、維持管理記録等を収集、整理するものとする。

- アンカー設計図書、アンカー構造図・標準断面図・平面図、施工時の試験記録、荷重計の記録、対象構造物の変状記録、点検・補修・補強の有無・方法

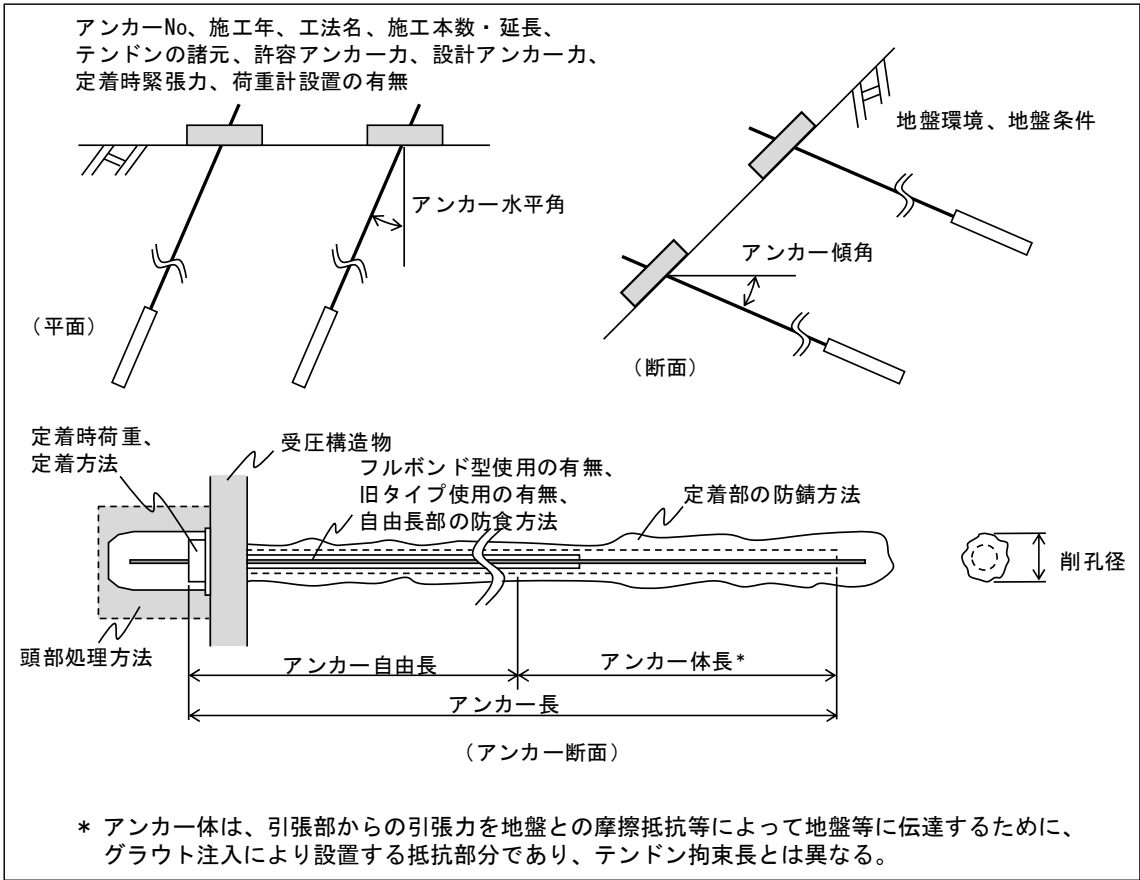


図 4.1 基礎点検において収集・整理・確認する項目（概略図）

## 4.2. 通常点検

堤体・岩盤補強用アンカーの通常点検は、当該アンカーとその受圧構造物であるダム  
の堤体や基礎岩盤及び周辺状況について、作成した点検計画に基づき、目視その他の適切な  
方法により行う。なお、通常点検では、近接での点検が難しいアンカーについては、遠方  
からその状態を確認することを基本としてよい。

### 【解説】

堤体・岩盤補強用アンカーを対象とした通常点検の点検項目を表 4.2 に示す。

表 4.2 通常点検での点検項目（堤体・岩盤補強用アンカー）

対象	点検項目	主な事項	点検手法
アンカー	飛び出し	有無	目視
	残存引張り力	計器データ	計器データ確認 <sup>*2</sup>
受圧構造物	破損、変形、落下、沈下、クラック	有無、程度	目視
頭部キャップ <sup>*1</sup> (保護キャップ)	破損、変形、落下	有無、程度	目視
頭部コンクリート (設置されている場合)	破損、変形、落下	有無、程度	目視
周辺状況	地山の変状	有無、程度	目視 計器データ確認 <sup>*2</sup>
	地山からの湧水	有無、程度	目視 計器データ確認 <sup>*2</sup>
	周辺構造物の変状、沈下	有無、程度	目視 計器データ確認 <sup>*2</sup>
	ダム堤体の変状	有無、程度	目視 計器データ確認 <sup>*2</sup>

\*1 頭部コンクリートにアンカー頭部が埋設されている場合には実施しない。ただし、頭部コンクリートに破損や落下などの異常が確認される場合は、アンカーが破断している恐れもあるため、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。点検終了後は、頭部キャップで復旧を行う。

\*2 計器が設置されており、管理所等でデータの確認が行える場合に実施する。データが集約されず、アンカー直近でしか確認出来ない場合は、目視で異常が認められなければ定期点検で確認することにより。

### 4.3. 定期点検

堤体・岩盤補強用アンカーの定期点検は、当該アンカーとその受圧構造物であるダム  
の堤体や基礎岩盤及び周辺状況について、作成した点検計画に基づき目視その他適切な  
方法により行う。なお、定期点検では、該当するアンカー全数の状態の確認を基本とする。

#### 【解説】

堤体・岩盤補強用アンカーを対象とした定期点検の点検項目を表 4.3 に示す。

表 4.3 定期点検での点検項目（堤体・岩盤補強用アンカー）

対象	点検項目	主な事項	点検手法
アンカー	飛び出し	有無	目視、計測
	残存引張り力	計器データ	計器データ確認*2
受圧構造物	破損、変形、落下	有無、程度	目視
	沈下	有無、目地の開き等	目視
	コンクリート	劣化、クラック等	目視、クラック幅計測
	遊離石灰	有無、痕跡	目視
	錆・腐食	有無、程度	目視
支圧板*1	浮き、変状、錆	有無	目視
	水、泥水の浸み出し	有無、痕跡、程度	目視
	錆汁	有無、痕跡、程度	目視
	遊離石灰	アンカー内部からの浸み出しの有無、痕跡、程度	目視
頭部キャップ*1 (保護キャップ)	防錆材（グリース）*3	アンカー内部からの浸み出しの有無、痕跡、程度	目視
	破損、変形、落下	有無、程度	目視
	材料劣化	有無、程度	目視
	固定状況	ボルトの腐食等	目視
	水、泥水の浸入	有無、痕跡、程度	目視
頭部コンクリート (設置されている場合)	錆汁	有無、痕跡、程度	目視
	防錆材（グリース）*3	劣化・漏れの有無、程度	目視
	破損、変形、落下	有無、程度	目視
	浮き上がり、剥離	有無、程度	目視
	劣化、クラック	有無、程度	目視、クラック幅計測
周辺状況	水、泥水の浸入	有無、痕跡、程度	目視
	遊離石灰	有無、痕跡	目視
	地山の変状	有無、程度	目視 計器データ確認*2
	湧水	有無、箇所、程度	目視 計器データ確認*2
周辺構造物の変状、沈下	有無、程度	目視 計器データ確認*2	
	ダム堤体の変状	有無、程度	目視 計器データ確認*2

\*1 頭部コンクリートにアンカー頭部が埋設されている場合には実施しない。ただし、頭部コンクリートに破損や落下などの異常が確認される場合は、アンカーが破断している恐れもあるため、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。点検終了後は、頭部キャップで復旧を行う。

\*2 計器が設置されている場合に実施。

\*3 防錆材の劣化状態、錆発生の有無は、防錆材の色相から推察することが出来るため、定期点検において重要な点検項目である。防錆材の色相から判断される劣化状態を表 4.4 に示す。

表 4.4 防錆材の色相から判断される劣化状態

色相	状況	原因
白濁	軟化	・ 水分の浸入による乳化現象 ・ 空気の挟み込み
赤褐色	軟化	・ 錆の発生
赤褐色・黒色	固化	・ 熱による劣化物生成

#### 4.4. 臨時点検

堤体・岩盤補強用アンカーの臨時点検は、地震等の災害時等に必要に応じて行う。なお、臨時点検では、近接での点検が難しいアンカーについては、遠方からその状態を確認することを基本としてよい。

##### 【解説】

堤体・岩盤補強用アンカーを対象とした臨時点検の点検項目を表 4.5 に示す。

表 4.5 臨時点検での点検項目（堤体・岩盤補強用アンカー）

対象	点検項目	主な事項	点検手法
アンカー	飛び出し	有無	目視
	残存引張り力	計器データ	計器データ確認 <sup>*2</sup>
受圧構造物	破損、変形、落下、沈下、クラック	有無、程度	目視
頭部キャップ <sup>*1</sup> (保護キャップ)	破損、変形、落下	有無、程度	目視
頭部コンクリート (設置されている場合)	破損、変形、落下	有無、程度	目視
周辺状況	地山の変状	有無、程度	目視 計器データ確認 <sup>*2</sup>
	地山からの湧水	有無、程度	目視 計器データ確認 <sup>*2</sup>
	周辺構造物の変状、沈下	有無、程度	目視 計器データ確認 <sup>*2</sup>
	ダム堤体の変状	有無、程度	目視 計器データ確認 <sup>*2</sup>

\*1 頭部コンクリートにアンカー頭部が埋設されている場合には実施しない。ただし、頭部コンクリートに破損や落下などの異常が確認される場合は、アンカーが破断している恐れもあるため、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。点検終了後は、頭部キャップで復旧を行う。

\*2 計器が設置されており、管理所等でデータの確認が行える場合に実施する。データが集約されず、アンカー直近でしか確認出来ない場合は、目視で異常が認められなければ定期点検で確認することにより。

## 4.5. 詳細調査

堤体・岩盤補強用アンカーの点検の結果、アンカーの健全性に問題があると判断されるなど必要と認められる場合には、該当するアンカーについて詳細調査を実施する。

堤体・岩盤補強用アンカーの詳細調査の方法は、頭部詳細調査・リフトオフ試験・モニタリングによることを基本とし、アンカーの構造、状態、現場条件等を考慮して適切な調査方法を選定して行う。

### 【解説】

#### (1) 詳細調査の必要性の判断

詳細調査の必要性は、点検結果のほか、アンカー構造物としての重要性、規模等を勘案して判断する。このうち、点検結果に基づく判断の目安の例を表 4.6(1)、(2)に示す。

なお、次のような場合にも詳細調査を実施することが望ましい。

- ・ 長期にわたり詳細調査が実施されていないアンカーが存在する場合
- ・ アンカーに異常は確認されていないが、構造物や斜面等に何らかの異常が見られる場合
- ・ アンカーの異常は詳細調査が必要と判定されるレベルではないが、類似の要因に起因すると見られる軽微な異常が一定の範囲に集中している、あるいは広範囲にわたって発生している場合

詳細調査の実施に当たっては、現場条件、進入路も含めた仮設計画、周辺環境なども考慮して調査計画を立案することで、合理的な調査となるようにする。

なお、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場合には、詳細調査に先立ち、緊急対策を実施しなければならない。

表 4.6(1) 点検結果に基づく詳細調査の必要性の判断の目安（堤体・岩盤補強用アンカーの例）

対象	点検項目	判定
既存資料	施工方法等	Ⅱ 旧タイプアンカー
		Ⅲ 地盤が腐食環境 地下水が豊富 劣化・風化しやすい地質
アンカー	飛び出し	Ⅰ 有り
	残存引張り力 (設計アンカー力以上で定着されている場合)	Ⅰ 許容アンカー力を超過している 設計アンカー力を下回っている
		Ⅱ 定着時緊張力より大きくなっているが許容アンカー力以下 設計アンカー力以上であるが定着時緊張力の0.9倍を下回っている
	残存引張り力 (設計アンカー力以下で定着されている場合、又は、設計アンカー力が不明な場合)	Ⅰ 許容アンカー力を超過している 定着時緊張力の0.6倍を下回っている
		Ⅱ 定着時緊張力より大きくなっているが許容アンカー力以下 定着時緊張力の0.6倍以上であるが定着時緊張力の0.9倍を下回っている
	受圧構造物	破損、変形、落下
沈下		Ⅰ 目地の開き、ズレ、沈下
コンクリート		Ⅱ 破損、部分的な欠損 数mm以上・連続したクラック
遊離石灰		Ⅲ 有り
錆・腐食	Ⅲ 有り	
支圧板	浮き、変状、錆	Ⅱ 有り
	水、泥水の浸み出し	Ⅲ 有り
	錆汁	Ⅲ 有り
	遊離石灰	Ⅲ 内部からの浸み出し有り
	防錆材（グリース）	Ⅱ 色相：赤褐色
		Ⅲ 内部からの浸み出し有り 色相：白濁色、黒色
頭部キャップ	破損、変形、落下	Ⅱ 破損、変形、落下
	材料劣化	Ⅱ 材料劣化、腐食
	固定状況	Ⅲ 固定ボルトの破壊・腐食
	水、泥水の浸入	Ⅲ 有り
	錆汁	Ⅲ 有り
	防錆材（グリース）	Ⅱ 色相：赤褐色
Ⅲ 内部からの浸み出し有り 色相：白濁色、黒色		
頭部コンクリート	破損、変形、落下	Ⅰ 破損、落下
		Ⅱ 変形
	浮き上がり、剥離	Ⅰ 浮き上がり、背面からの剥離、 受圧構造物からの剥離
	劣化、クラック	Ⅰ 幅1mm以上のクラック
		Ⅱ 劣化、幅1mm未満のクラック
水、泥水の浸入	Ⅱ 有り	
遊離石灰	Ⅲ 有り	
周辺状況*2	地山の変状、地山からの湧水、周辺構造物の変状・沈下、ダム堤体の変状	Ⅰ 何らかの異常が見られる場合

\*1 この表における「判定」の区分（Ⅰ～Ⅲ）は以下に対応するものとする。ただし、不確実性が高い場合は、その程度も考慮して判定するのがよい。

Ⅰ：アンカーの健全性に問題がある可能性が大きいと推測される。

Ⅱ：アンカーの健全性に問題がある可能性があるとして推測される。

Ⅲ：アンカーの健全性に影響があると推測される。

\*2 周辺状況については、定量的ではなく、定性的に判断する。アンカー周辺の地山・構造物・地下水位に大きな又は急激な変化が生じている場合、アンカーに作用する外力も変化していることが考えられるため、リフトオフ試験を行い、残存引張り力を確認する。なお、一度変状が確認されているが、その後の詳細調査でアンカーの健全性に問題が無いと確認されたものについて、前回点検時の記録が残っており、それ以降、変状が進行していない場合は、異常なしと取り扱って良い。

表 4.6(2) 点検結果に基づく詳細調査の必要性の判断の目安(堤体・岩盤補強用アンカーの例)(続き)

点検結果	判定	対応
I : 1つ以上 又は II : 2つ以上 又は III : 3つ以上	健全性に問題がある可能性が高く、 詳細調査が必要。	速やかに詳細調査を実施 (状況に応じて緊急対策実施)
上記以外 又は II : 1つ 又は III : 1~2つ	健全性に問題がある可能性がある。	通常点検等で経過観察

## (2) 詳細調査の内容、実施時期、数量

堤体・岩盤補強用アンカーにおける詳細調査の内容、実施時期及び調査数量の目安は表 4.7 に示すとおりであるが、各ダムの条件により使用されているアンカーの数が異なるため、ダムの実情に応じて適宜判断する。

堤体・岩盤補強用アンカーの詳細調査は、頭部詳細調査、リフトオフ試験及びモニタリングが基本となる。頭部詳細調査は、目視による「外観調査」と、頭部キャップを外してアンカー頭部の状態を確認する「露出調査」によるものとし、調査項目は表 4.8 に示すとおりとする。リフトオフ試験の詳細については、『グラウンドアンカー維持管理マニュアル』<sup>5)</sup>によるものとする。また、対象となるアンカーに荷重計等の計器が設置されている場合には、モニタリングを行うものとする。

表 4.7 堤体・岩盤補強用アンカーにおける詳細調査の内容、実施時期、数量

調査内容	調査時期・調査数量	注意事項
頭部詳細調査	通常・臨時・定期点検：必要に応じて検討	
	詳細調査：全本数の 45%かつ 5 本以上	
リフトオフ試験	通常・臨時・定期点検：必要に応じて検討	
	詳細調査：全本数の 15%かつ 3 本以上	
モニタリング	荷重計等の計器が設置された全てのアンカー	計器が機能しているか調査が必要



表 4.8 頭部詳細調査における調査項目

対象	点検項目	主な事項	点検手法
アンカー	飛び出し	有無	目視
	残存引張り力	計器データ	計器データ確認*1
	PC 鋼線の状態	錆・断面欠損の有無	目視
受圧構造物	破損、変形、落下	有無、程度	目視
	沈下	有無、目地の開き、ズレ、はらみ出し	目視
	コンクリート	劣化、強度、亀裂、クラック	目視、クラック幅計測
	遊離石灰	有無、痕跡	目視
	錆・腐食	有無、程度	目視
	背面地山からの浮き	有無、程度	目視、計測
支圧板*2	浮き、変状、錆	有無	目視
	水、泥水の浸み出し	有無、痕跡、程度	目視
	錆汁	有無、痕跡、程度	目視
	遊離石灰	アンカー内部からの浸み出しの有無、痕跡、程度	目視
	防錆材（グリース）*3	アンカー内部からの浸み出しの有無、痕跡、程度	目視
	固定状況	ゆるみ等	確認
頭部キャップ*2	破損、変形、落下	有無、程度	目視
	材料劣化	有無、程度	目視
	固定状況	ボルトの腐食等	目視
	水、泥水の浸入	有無、痕跡、程度	目視
	錆汁	有無、痕跡、程度	目視
	防錆材（グリース）*3	劣化・漏れの有無、程度	目視
		充填状況	目視*4
頭部コンクリート （設置されている場合）	止水ゴム	劣化の有無、程度	目視*4
	破損、変形、劣化	有無、程度	目視
	浮き上がり、剥離	有無、程度	目視
	劣化、クラック	有無、程度	目視、クラック幅計測
	水、泥水の浸入	有無、痕跡、程度、量	目視
	遊離石灰	有無、痕跡	目視
周辺状況	湧水	有無、程度	目視
	地山の変状	有無、程度	目視 計器データ確認*1
	ダム堤体の変状	有無、クラック	目視 計器データ確認*1
	周辺構造物の変状・沈下	有無	目視 計器データ確認*1

\*1 計器が設置されている場合に実施。

\*2 頭部コンクリートにアンカー頭部が埋設されている場合には実施しない。ただし、頭部コンクリートに破損や落下などの異常が確認される場合は、アンカーが破断している恐れもあるため、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。点検終了後は、頭部キャップで復旧を行う。

\*3 防錆材の劣化状態、錆発生の有無は、防錆材の色相から推察することが出来るため、定期点検において重要な点検項目である。防錆材の色相から判断される劣化状態は表 4.4 に示すとおりである。

\*4 頭部キャップを取り外して直接目視により確認する。

#### 4.6. 対策工

堤体・岩盤補強用アンカーの対策工は、大別して、新たなアンカーの設置（更新）と、現在設置されているアンカーの補修・補強に区分される。

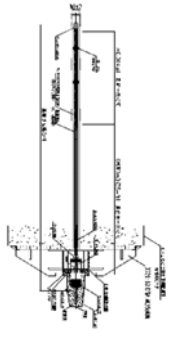
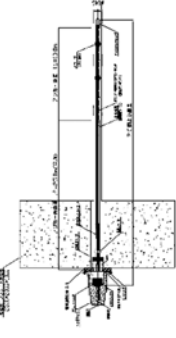
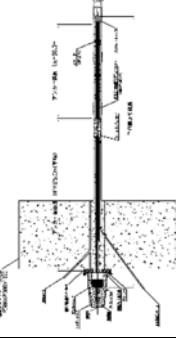
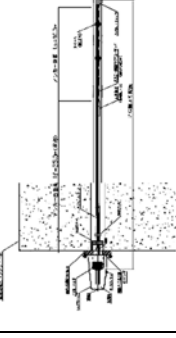
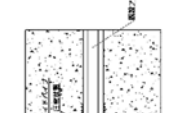
対策工の選定にあたっては、受圧構造物の種類、アンカーの構造（アンボンドタイプかフルボンドタイプか等）、点検結果や詳細調査に基づくアンカーの状態、現場条件等を踏まえ、複数案を比較検討し、劣化が顕在化する前に適切な対策を構ることが望ましい。

##### 【解説】

対策工の実施は、受圧構造物の種類やアンカーの構造の組合せによる複数案の中から、工期・施工性・経済性・実現性等の項目について比較検討を行い、合理的な対策工を選定して行う。

堤体・岩盤補強用アンカーを対象とした対策工の比較検討例を表 4.9 に示す。

表 4.9 堤体・岩盤補強用アンカー-対策工の比較検討例

	対策工(1)更新 アンボンドアンカー + 鋼製受圧板	対策工(2)更新 アンボンドアンカー + 現場打ち受圧板	対策工(3)更新 フルボンドアンカー + 現場打ち受圧板	対策工(4)更新 アンカー撤去 + アンボンドアンカー	対策工(5)補修 既設アンカー補修
模式図					
概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>新たにアンボンド型アンカーを増し打ち。</li> <li>プレキヤスト受圧板を受圧構造物とする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>新たにアンボンド型アンカーを増し打ち。</li> <li>現場打ち受圧板を受圧構造物とする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>新たにフルボンド型アンカーを増し打ち。</li> <li>現場打ち受圧板を受圧構造物とする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既設アンカーを破せ掘りで撤去し、同じ位置に新たにアンボンド型アンカーを設置する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既設アンカーを除荷した後、新たな頭部材を用いて再緊張する。</li> </ul>
特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>アンカー新設のため長期安定が図られる。</li> <li>プレキヤスト受圧板のため品質が向上する。</li> <li>現場打ち受圧板に比べ高価。</li> <li>アンボンド型アンカーのため供用中の維持管理が必要。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>アンカー新設のため長期安定が図られる。</li> <li>現場打ち受圧板のため経済性が向上する。</li> <li>斜面上における受圧板製作が難しい。</li> <li>アンボンド型アンカーのため供用中の維持管理が必要。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>アンカー新設のため長期安定が図られる。</li> <li>フルボンド型アンカーのため、グラウト硬化後の維持管理が不要。</li> <li>削孔径が大きいため施工費が増大。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既設受圧板をそのまま利用できる。</li> <li>既設アンカーの飛び出し等の心配が無い。</li> <li>経済性に劣る。</li> <li>必要荷重を満足できない場合、アンカーを新設する必要がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既設アンカーをそのまま利用できる。</li> <li>経済性に優れる。</li> <li>設計条件等によつては、除荷出来ない場合がある。</li> <li>必要な品質を確保出来ない場合がある。</li> </ul>
施工性	<ul style="list-style-type: none"> <li>材料は、索道や堤体上からクレーンで搬入できる。</li> <li>足場にミニクレーンを設置すること、アンカー・受圧板の設置が可能。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>受圧板は、ロープ足場により設置。</li> <li>アンカーは、足場を設置し施工するため、施工性に問題はない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>施工性は、「対策工(2)」と同程度であるが、グラウト硬化後の試験によつては、足場再仮設の必要が生じる。</li> <li>孔壁が崩壊すると自由長のグラウトが行えない恐れがある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>施工前に既設アンカーの定着具を全て撤去する必要がある。</li> <li>既設アンカーを全て撤去できない場合がある。</li> <li>追加受圧板の設置は基本的に不要。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>くさび撤去に時間がかかり、腐食が進行したもの等は、破断の恐れがある。</li> <li>除荷を実施、性能が確認出来れば定着作業は容易。</li> </ul>
経済性	対策工(5)×3.4	対策工(5)×3.0	対策工(5)×3.7	対策工(5)×3.9	1.0
実現性	<ul style="list-style-type: none"> <li>一般的な更新手法であり施工性が良い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>現場打ち受圧板の施工性が若干劣る。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>維持管理が不要だが経済性に劣る。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既設アンカー撤去が施工性に劣る。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>増し打ち等の追加工事が必要になる場合がある。</li> </ul>

## 第5章 ゲート固定用アンカーの点検、詳細調査及び対策

### 5.1. 基礎点検

ゲート固定用アンカーの基礎点検では、アンカー諸元、構造図、これまでの維持管理記録等を収集・整理して確認を行い、点検計画の作成に当たってその結果を適切に考慮する。

#### 【解説】

ゲート固定用アンカーの基礎点検において収集・整理・確認する項目を表 5.1 に、それらの概略図を図 5.1 に示す。

表 5.1 基礎点検において収集・整理・確認する項目

項目	備考	項目	備考
アンカーNo		フルボンド型使用の有無	
施工年		シース径	
工法名	*1	アンカー傾角	
施工本数		アンカー水平角	
施工延長		頭部処理方法	*3
テンドンの諸元	*2	定着方法	*4
許容アンカー力		受圧構造物	
設計アンカー力		旧タイプアンカー使用の有無	*5
定着時緊張力		自由長部の防食方法	
アンカー体長		定着部の防食方法	
アンカー長		荷重計設置の有無	

\*1 アンカー技術（工法）のメーカー毎の呼称（●●永久アンカー等）

\*2 テンドンの構成：PC 鋼線・PC 鋼より線・PC 鋼棒の種類、記号、呼び名、寸法諸元

\*3 頭部コンクリート又は頭部キャップ

\*4 くさび、ナット又はくさびナット

\*5 『グラウンドアンカー設計・施工基準』<sup>4)</sup>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

\*6 上記項目と併せて以下の図面、維持管理記録等を収集、整理するものとする。

- ▶ アンカー設計図書、アンカー構造図・標準断面図・平面図、施工時の試験記録、荷重計の記録、対象構造物の変状記録、補修・補強の有無・方法

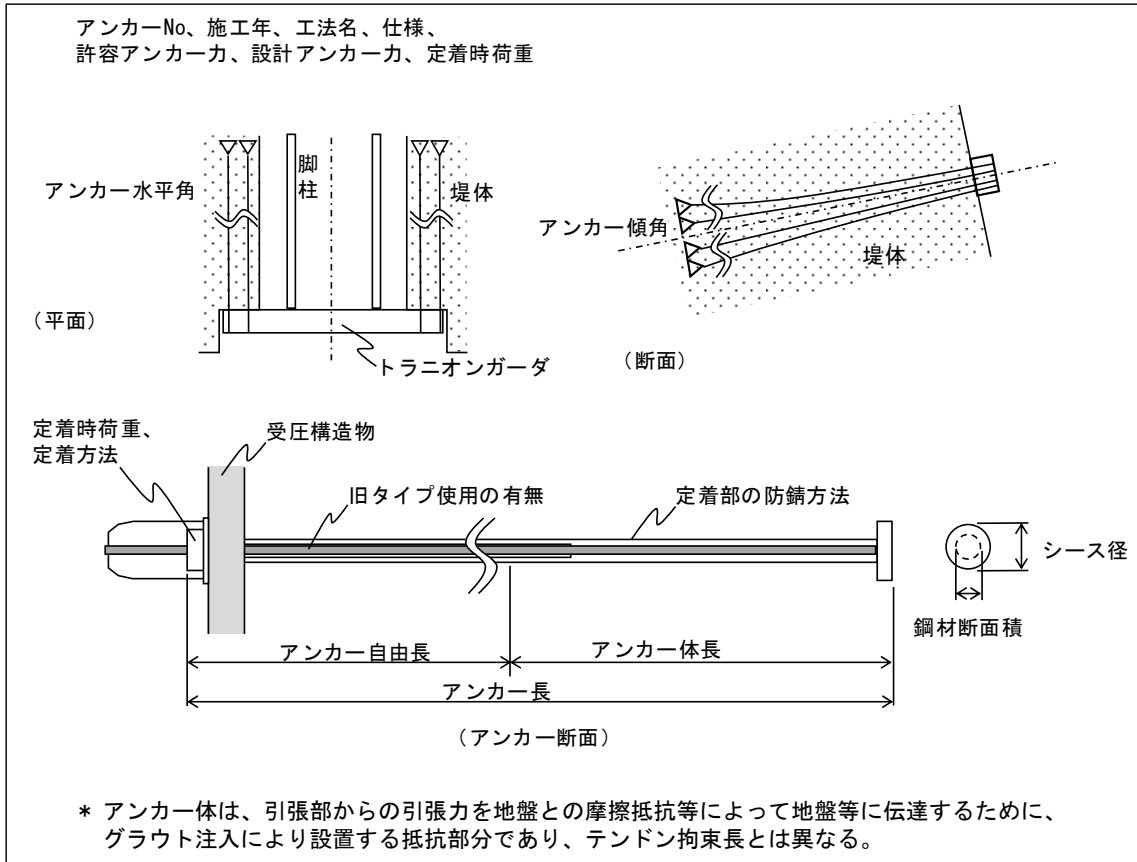


図 5.1 基礎点検において収集・整理・確認する項目 (概略図)

## 5.2. 通常点検

ゲート固定用アンカーの通常点検は、当該アンカーとその受圧構造物等について、作成した点検計画に基づき、目視その他の適切な方法により行う。なお、通常点検では、近接での点検が難しいアンカーについては、遠方からその状態を確認することを基本としてよい。

### 【解説】

ゲート固定用アンカーの点検では、アンカー体である PC 鋼線が、水や空気に触れると発錆し、破損や破断につながる恐れがあることから、主な発錆原因となる内部への水の浸入に伴う変状の有無に着目した点検を行うことが重要である。具体的には、水が緊張端やコンクリート目地等からアンカー内部に侵入した際に見られるアンカー頭部からの漏水、防錆材の漏れ、錆汁の発錆や、周辺に遊離石灰の痕跡が見られないかを確認するものとする。

ゲート固定用アンカーを対象とした通常点検の点検項目を表 5.2 に示す。

表 5.2 通常点検での点検項目（ゲート固定用アンカー）

対象	点検項目	主な事項	点検手法
アンカー	飛び出し	有無	目視
	残存引張り力	計器データ	計器データ確認*2
受圧構造物	破損、変形、落下、沈下、クラック	有無、程度	目視
	漏水	有無、程度	目視
	遊離石灰	有無、痕跡	目視
頭部キャップ*1 (保護キャップ)	破損、変形、落下	有無、程度	目視
	漏水、漏油、錆汁の浸み出し	有無、程度	目視
頭部コンクリート (設置されている場合)	破損、変形、落下	有無、程度	目視
	漏水、漏油、錆汁の浸み出し、遊離石灰	有無、程度	目視

\*1 頭部コンクリートによりアンカー頭部が埋設されている場合には実施しない。ただし、頭部コンクリートに破損や落下などの異常が確認される場合は、アンカーが破断している恐れもあるため、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。点検終了後は、頭部キャップで復旧を行う。

\*2 計器が設置されており、管理所等でデータの確認が行える場合に実施する。データが集約されず、アンカー直近でしか確認出来ない場合は、目視で異常が認められなければ定期点検で確認することにより。

### 5.3. 定期点検

ゲート固定用アンカーの定期点検は、当該アンカーとその受圧構造物等について、作成した点検計画に基づき目視その他適切な方法により行う。なお、定期点検では、該当するアンカー全数の状態の確認を基本とする。

#### 【解説】

ゲート固定用アンカーの定期点検は、通常点検と同様、アンカー内部への水の浸入に伴う変状に着目した点検を行うことが重要である。

ゲート固定用アンカーを対象とした定期点検の点検項目を表 5.3 に示す。

表 5.3 定期点検での点検項目（ゲート固定用アンカー）

対象	点検項目	主な事項	点検手法
アンカー	飛び出し	有無	目視
	残存引張り力	荷重計計測データ	計器データ確認*2
受圧構造物	破損、変形、落下	有無、程度	目視
	沈下	有無、目地の開き等	目視
	コンクリート	劣化、クラック等	目視、クラック幅計測
	遊離石灰	有無、痕跡	目視
	錆・腐食	有無、程度	目視
支圧板 <sup>1)</sup>	浮き、変状、錆	有無	目視
	水、泥水の浸み出し	有無、痕跡、程度	目視
	錆汁	有無、痕跡、程度	目視
	遊離石灰	アンカー内部からの浸み出しの有無、痕跡、程度	目視
	防錆材（グリース）*3	アンカー内部からの浸み出しの有無、痕跡、程度	目視
頭部キャップ*1 （保護キャップ）	破損、変形、落下	有無、程度	目視
	材料劣化	有無、程度	目視
	固定状況	ボルトの腐食等	目視
	水、泥水の浸入	有無、痕跡、程度	目視
	錆汁	有無、痕跡、程度	目視
頭部コンクリート （設置されている場合）	防錆材（グリース）*3	劣化・漏れの有無、程度	目視
	破損、変形、落下	有無、程度	目視
	浮き上がり、剥離	有無、程度	目視
	劣化、クラック	有無、程度	目視、クラック幅計測
	水、泥水の浸入	有無、痕跡、程度	目視
周辺状況	遊離石灰	有無、痕跡	目視
	ゲート、アンカー頭部 周辺の変状	有無、程度	目視 計器データ確認*2

\*1 頭部コンクリートによりアンカー頭部が埋設されている場合には実施しない。ただし、頭部コンクリートに破損や落下などの異常が確認される場合は、アンカーが破断している恐れもあるため、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。点検終了後は、頭部キャップで復旧を行う。

\*2 計器が設置されている場合に実施。

\*3 防錆材の劣化状態、錆発生の有無は、防錆材の色相から推察することが出来るため、定期点検において重要な点検項目である。防錆材の色相から判断される劣化状態を表 5.4 に示す。

表 5.4 防錆材の色相から判断される劣化状態

色相	状況	原因
白濁	軟化	・ 水分の浸入による乳化現象 ・ 空気の挟み込み
赤褐色	軟化	・ 錆の発生
赤褐色・黒色	固化	・ 熱による劣化物生成

## 5.4. 臨時点検

ゲート固定用アンカーの臨時点検は、地震等の災害時等に必要に応じて行う。なお、臨時点検では、近接での点検が難しいアンカーについては、遠方からその状態を確認することを基本としてよい。

### 【解説】

ゲート固定用アンカーを対象とした臨時点検の点検項目を表 5.5 に示す。

表 5.5 臨時点検での点検項目（ゲート固定用アンカー）

対象	点検項目	主な事項	点検手法
アンカー	飛び出し	有無	目視
	残存引張り力	計器データ	計器データ確認 <sup>*2</sup>
受圧構造物	破損、変形、落下、沈下、クラック	有無、程度	目視
	漏水	有無、程度	目視
	遊離石灰	有無、痕跡	目視
頭部キャップ <sup>*1</sup> (保護キャップ)	破損、変形、落下	有無、程度	目視
	漏水、漏油、錆汁のしみ出し	有無、程度	目視
頭部コンクリート (設置されている場合)	破損、変形、落下	有無、程度	目視
	漏水、漏油、錆汁のしみ出し、遊離石灰	有無、程度	目視

\*1 頭部コンクリートによりアンカー頭部が埋設されている場合には実施しない。ただし、頭部コンクリートに破損や落下などの異常が確認される場合は、アンカーが破断している恐れもあるため、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。点検終了後は、頭部キャップで復旧を行う。

\*2 計器が設置されており、管理所等でデータの確認が行える場合に実施する。データが集約されず、アンカー直近でしか確認出来ない場合は、目視で異常が認められなければ定期点検で確認することによりよい。



## 5.5. 詳細調査

ゲート固定用アンカーの点検の結果、アンカーの健全性に問題があると判断されるなど必要と認められる場合には、該当するアンカーについて詳細調査を実施する。

ゲート固定用アンカーの詳細調査の方法は、頭部詳細調査・リフトオフ試験・モニタリングによることを基本とし、アンカーの構造、状態、現場条件等を考慮して適切な調査方法を選定して行う。

### 【解説】

#### (1) 詳細調査の必要性の判断

詳細調査の必要性は、点検結果のほか、アンカー構造物としての重要性、規模等を勘案して判断する。このうち、点検結果に基づく判断の目安の例を表 5.6(1)、(2)に示す。

なお、次のような場合にも詳細調査を実施する事が望ましい。

- ・ 長期にわたり詳細調査が実施されていないアンカーが存在する場合
- ・ アンカーに異常は確認されていないが、構造物や斜面等に何らかの異常が見られる場合
- ・ アンカーの異常は詳細調査が必要と判定されるレベルではないが、類似の要因に起因すると見られる軽微な異常が一定の範囲に集中している、あるいは広範囲にわたって発生している場合

詳細調査の実施に当たっては、現場条件、進入路も含めた仮設計画、周辺環境なども考慮して調査計画を立案することで、合理的な調査となるようにする。

なお、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場合には、詳細調査に先立ち、緊急対策を実施しなければならない。

表 5.6(1) 点検結果に基づく詳細調査の必要性の判断の目安（ゲート固定用アンカーの例）

対象	点検項目	判定	
既存資料	施工方法等	II	旧タイプアンカー
アンカー	飛び出し	I	有り
	残存引張り力 (設計アンカー力以上 で定着されている場 合)	I	許容アンカー力を超過している 設計アンカー力を下回っている
		II	定着時緊張力より大きくなっているが 許容アンカー力以下 設計アンカー力以上であるが 定着時緊張力の0.9倍を下回っている
	残存引張り力 (設計アンカー力以下 で定着されている場 合、又は、設計アンカ ー力が不明な場合)	I	許容アンカー力を超過している 定着時緊張力の0.6倍を下回っている
		II	定着時緊張力より大きくなっているが 許容アンカー力以下 定着時緊張力の0.6倍以上であるが 定着時緊張力の0.9倍を下回っている
	受圧構造物	破損、変形、落下	II
沈下		I	目地の開き、ズレ、沈下
コンクリート		II	破損、部分的な欠損 数mm以上・連続したクラック
遊離石灰		III	有り
錆・腐食		III	有り
支圧板	浮き、変状、錆	II	有り
	水、泥水の浸み出し	III	有り
	錆汁	III	有り
	遊離石灰	III	内部からの浸み出し有り
	防錆材（グリース）	II	色相：赤褐色
		III	内部からの浸み出し有り 色相：白濁色、黒色
頭部キャップ	破損、変形、落下	II	破損、変形、落下
	材料劣化	II	材料劣化、腐食
	固定状況	III	固定ボルトの破壊・腐食
	水、泥水の浸入	III	有り
	錆汁	III	有り
	防錆材（グリース）	II	色相：赤褐色
III		内部からの浸み出し有り 色相：白濁色、黒色	
頭部コンクリート	破損、変形、落下	I	破損、落下
		II	変形
	浮き上がり、剥離	I	浮き上がり、背面からの剥離、 受圧構造物からの剥離
	劣化、クラック	I	幅1mm以上のクラック
		II	劣化、幅1mm未満のクラック
	水、泥水の浸入	II	有り
遊離石灰	III	有り	
周辺状況*2	ゲート、アンカー頭部 周辺の変状	I	何らかの異常が見られる場合

\*1 この表における「判定」の区分（I～III）は以下に対応するものとする。ただし、不確実性が高い場合は、その程度も考慮して判断するのがよい。

I：アンカーの健全性に問題がある可能性が大きいと推測される。

II：アンカーの健全性に問題がある可能性があるとして推測される。

III：アンカーの健全性に影響があると推測される。

\*2 周辺状況については、定量的ではなく、定性的に判断する。ゲートやアンカー頭部周辺に大きな又は急激な変化が生じている場合、アンカーに作用する外力も変化していることが考えられるため、リフトオフ試験を行い、残存緊張力を確認する。

なお、一度変状が確認されているが、その後の詳細調査でアンカーの健全性に問題が無いと確認されたものについて、前回点検時の記録が残っており、それ以降、変状が進行していない場合は、異常なしと取り扱って良い。

表 5.6(2) 点検結果に基づく詳細調査の必要性の判断の目安（ゲート固定用アンカーの例）（続き）

判定結果	判定	対応
I：1つ以上 又は II：2つ以上 又は III：3つ以上	健全性に問題がある可能性が高く、 さらに詳細な調査が必要。	速やかに詳細調査を実施 (状況に応じて緊急対策実施)
上記以外 又は II：1つ 又は III：1～2つ	健全性に問題がある可能性がある。	通常点検等で経過観察

## (2) 詳細調査の内容、実施時期、数量

ゲート固定用アンカーにおける詳細調査の内容、実施時期及び調査数量の目安は表 5.7 に示すとおりであるが、各ダム の条件により使用されているアンカーの数が異なるため、ダムの実情に応じて適宜判断する。なお、ゲート固定用アンカーは、堤体・岩盤補強用アンカーと異なり、アンカーの設計荷重が面的にではなくアンカー1本ずつに期待されていることから、全数を対象に詳細調査を実施するものとする。

ゲート固定用アンカーの詳細調査は、頭部詳細調査、リフトオフ試験及びモニタリングが基本となる。頭部詳細調査は、目視による「外観調査」と、頭部キャップを外してアンカー頭部の状態を確認する「露出調査」によるものとし、調査項目は表 5.8 に示すとおりとする。リフトオフ試験の詳細については、『グラウンドアンカー維持管理マニュアル』<sup>5)</sup>によるものとする。また、対象となるアンカーに荷重計等の計器が設置されている場合には、モニタリングを行うものとする。

表 5.7 ゲート固定用アンカーにおける詳細調査の内容、実施時期、数量

調査内容	調査時期・調査数量	注意事項
頭部詳細調査	通常・定期・臨時点検：必要に応じて検討	
	詳細調査：全数	
リフトオフ試験	通常・定期・臨時点検：必要に応じて検討	
	詳細調査：全数	
モニタリング	荷重計等の計器が設置された全てのアンカー	計器が機能しているか調査が必要

表 5.8 頭部詳細調査における調査項目

対象	点検項目	主な事項	点検手法
アンカー	飛び出し	有無	目視
	残存緊張力	計器データ	計器データ確認*1
	PC 鋼線の状態	錆・断面欠損の有無	目視
受圧構造物	破損、変形、落下	有無、程度	目視
	沈下	有無、目地の開き、ズレ、はらみ出し	目視
	コンクリート	劣化、強度、亀裂、クラック	目視、クラック幅計測
	遊離石灰	有無、痕跡	目視
	錆・腐食	有無、程度	目視
	背面地山からの浮き	有無、程度	目視、計測
支圧板*2	浮き、変状、錆	有無	目視
	水、泥水の浸み出し	有無、痕跡、程度	目視
	錆汁	有無、痕跡、程度	目視
	遊離石灰	アンカー内部からの浸み出しの有無、痕跡、程度	目視
	防錆材（グリース）*3	アンカー内部からの浸み出しの有無、痕跡、程度	目視
	固定状況	ゆるみ等	確認
頭部キャップ*2	破損、変形、落下	有無、程度	目視
	材料劣化	有無、程度	目視
	固定状況	ボルトの腐食等	目視
	水、泥水の浸入	有無、痕跡、程度	目視
	錆汁	有無、痕跡、程度	目視
	防錆材（グリース）*3	劣化・漏れの有無、程度	目視
		充填状況	目視*4
頭部コンクリート （設置されている場合）	止水ゴム	劣化の有無、程度	目視*4
	破損、変形、劣化	有無、程度	目視
	浮き上がり、剥離	有無、程度	目視
	劣化、クラック	有無、程度	目視、クラック幅計測
	水、泥水の浸入	有無、痕跡、程度、量	目視
周辺状況	遊離石灰	有無、痕跡	目視
	ゲート、アンカー頭部 周辺の変状	有無、程度	目視 計器データ確認*1

\*1 計器が設置されている場合に実施。

\*2 頭部コンクリートにアンカー頭部が埋設されている場合には実施しない。ただし、頭部コンクリートに破損や落下などの異常が確認される場合は、アンカーが破断している恐れもあるため、頭部コンクリートを取り壊して tendon の状況を確認する。点検終了後は、頭部キャップで復旧を行う。

\*3 防錆材の劣化状態、錆発生の有無は、防錆材の色相から推察することが出来るため、定期点検において重要な点検項目である。防錆材の色相から判断される劣化状態は表 5.4 に示すとおりである。

\*4 頭部キャップを取り外して直接目視により確認する。

## 5.6. 対策工

ゲート固定用アンカーの対策工は、その構造上、現在設置されているアンカーの補修が基本となる。

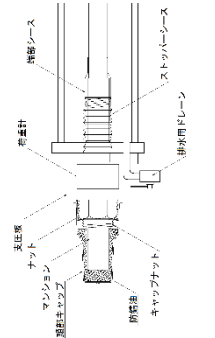
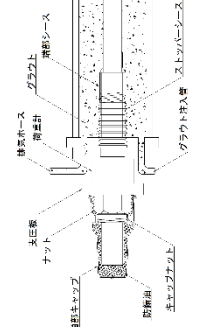
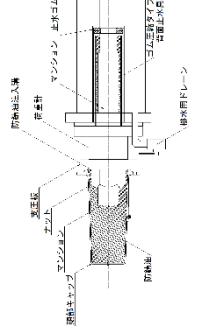
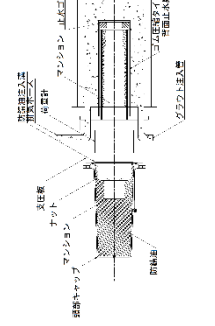
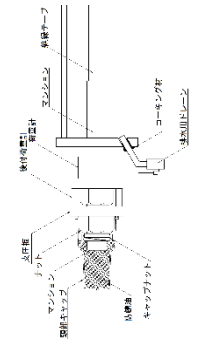
対策工の選定に当たっては、点検結果や詳細調査に基づくアンカーの状態、現場条件等を踏まえ、複数案を比較検討し、劣化が顕在化する前に適切な対策を構ることが望ましい。

### 【解説】

ゲート固定用アンカーは、堤体施工時に定着位置から放射状に埋設して設置されており、過去に新たにアンカーを施工することにより対策した事例もあるが、基本的には現在設置されているアンカーを補修し、供用期間中の安定を図ることが重要である。

ゲート固定用アンカーの対策工の事例としては、頭部背面止水具の交換や流入水の処理を中心としたものがある。ゲート固定用アンカーを対象とした対策工の比較検討例を表 5.9 に示す。対策工はこのような複数案の中から、工期・施工性・経済性・実現性等の項目について比較検討を行い、合理的な対策工を選定して行う。

表 5.9 ゲート固定用アンカー対策工の比較検討例

	対策工(1)補修 背面止水具 ＋水抜きドレーン設置	対策工(2)補修 背面止水具 ＋背面部グラウト注入	対策工(3)補修 ゴム圧縮タイプ背面止水具 ＋水抜きドレーン設置	対策工(4)補修 ゴム圧縮タイプ背面止水具 ＋背面部グラウト注入	対策工(5)補修 背面部ドリル削孔 ＋水抜き用ドレーン設置
模式図					
概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>既設アンカー専用の背面止水具を取り付け、頭部キャップを再充填。</li> <li>流入水はドレーンを設けて排水する。</li> <li>荷重計は新しいものに交換する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既設アンカー専用の背面止水具を取り付け、頭部キャップを再充填。</li> <li>背面の空洞部にグラウトを充填することで流入水による腐食を防ぐ。</li> <li>荷重計は新しいものに交換する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>水密性の高い背面止水具を取り付け、頭部から背面まで防錆材を再充填。</li> <li>流入水はドレーンを設けて排水する。</li> <li>荷重計は新しいものに交換する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>水密性の高い背面止水具を取り付け、頭部から背面まで防錆材を再充填。</li> <li>背面の空洞部にグラウトを充填することで流入水による腐食を防ぐ。</li> <li>荷重計は新しいものに交換する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>後付け荷重計を設置後、頭部キャップを交換し、防錆材を充填。</li> <li>流入水はドレーンを設けて排水する。</li> <li>ドレーンから内視鏡を挿入し、背面の状態を定期的に調査する。</li> </ul>
特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>専用部材のため設置性が良い。</li> <li>排水により水の影響が防げる。</li> <li>背面の保護は出来るが水密性は無い。</li> <li>工費が比較的安い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>専用部材のため設置性が良い。</li> <li>グラウトにより水の影響を防げる。</li> <li>背面部材の交換が出来ない。</li> <li>水密性が無いためグラウトが自由長に入る恐れがある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>水密性の高い背面部材で確実に頭部背面を保護出来る。</li> <li>排水により水の影響が防げる。</li> <li>背面部にも防錆材を充填できる。</li> <li>工費が比較的高い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>水密性の高い背面部材で確実に頭部背面を保護出来る。</li> <li>グラウトにより水の影響を防げる。</li> <li>背面部材の交換が出来ない。</li> <li>工費が最も高くなる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>荷重解放を行わず荷重計を設置できる。</li> <li>工費が安い。</li> <li>背面の腐食が進行する恐れがあり、定期的な維持管理が必要。</li> </ul>
施工性	<ul style="list-style-type: none"> <li>屋内で緊張用のジャッキをつり下げて作業する必要があり、場合によっては建屋の側板を撤去する必要がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>同左</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>同左</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>同左</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>狭隘な場所で削孔機の設置が困難。</li> </ul>
経済性	<p>対策工(5)×1.05</p>	<p>対策工(5)×1.06</p>	<p>対策工(5)×1.10</p>	<p>対策工(5)×1.11</p>	<p>1.00</p>
実現性	<ul style="list-style-type: none"> <li>背面処理の確実性に若干難がある。</li> <li>背面部材の交換が可能。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>背面処理の確実性に若干の難がある。</li> <li>背面部材の交換が可能。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>確実に背面処理が行える。</li> <li>背面部材の交換が不可。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>確実に背面処理が行える。</li> <li>背面部材の交換が不可。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>腐食が進行する恐れがある。</li> </ul>

## 参考文献

- 1) 国土交通省水管理・国土保全局河川環境課：ダム定期検査の手引き〔河川管理施設のダム版〕、2016.3
- 2) 国土交通省水管理・国土保全局河川環境課：ダム総合点検実施要領・同解説、2013.10
- 3) 国土交通省：河川砂防技術基準 維持管理編（ダム編）、2015.3
- 4) 社団法人土質工学会：グラウンドアンカー設計・施工基準、1988
- 5) 国立研究開発法人土木研究所、社団法人日本アンカー協会：グラウンドアンカー維持管理マニュアル、2008.7
- 6) 公益社団法人地盤工学会：グラウンドアンカー設計・施工基準、同解説、2013.5
- 7) 川崎秀明：総合工学としてのアンカー技術、日本アンカー協会合同研修会、2010.10
- 8) 一般財団法人ダム技術センター：アンカー工法によるダム堤体の補強方法に関する研究、2010.9
- 9) 国土交通省関東地方整備局相模川水系広域ダム管理事務所：宮ヶ瀬ダムパンフレット
- 10) 社団法人日本建築学会：建築地盤アンカー設計施工指針・同解説、2001.1
- 11) 一般社団法人ダム・堰施設技術協会：ダム・堰施設技術基準（案）（基準解説編・マニュアル編）、2011.7
- 12) 一般社団法人日本アンカー協会：グラウンドアンカー設計施工マニュアル、2013.7
- 13) PFI（ポストテンション学会）：Recommendations for Prestressed Rock and Soil Anchor、2004改訂
- 14) fib（国際コンクリート協会）：Design and construction of prestressed ground anchorages、1996
- 15) 国土交通省道路局国道・防災課：橋梁点検要領、2004
- 16) FIP（国際プレストレストコンクリート連盟）：グラウンドアンカー破断事故調査委員会報告、1986
- 17) 公益社団法人土木学会：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）、2010.8
- 18) 川崎秀明：斜面用既設アンカーの劣化評価手法の開発、建設事業の技術開発に関する助成事業成果報告書、2012.9

## 參考資料



## 参考1. 本マニュアルに基づく点検（試行）例

本マニュアルを元に点検計画を作成し、試行的に点検を行った結果を参考として以下に示す。試行の対象とした M ダム（アーチ式コンクリートダム）では堤体右岸下流部に、岩盤補強用アンカーが設置されている。

### 1.1. 基礎点検（試行）の例

本ダムでの岩盤補強用アンカーに関する施工記録及びこれまでの点検記録を整理し、点検計画を作成する。基礎点検により得られた当該アンカー諸元を表 参 1.1 に、これまでの点検実施履歴を表 参 1.2 に示す。また、当該アンカーの位置図及び平面図を図 参 1.1 に示す。

表 参 1.1 基礎点検により得られたアンカー諸元（Mダム）

項目	諸元	項目	諸元
アンカーNo	A-1～J-12	削孔径	φ 133mm
施工年	1980 年	アンカー傾角	0°
工法名	**永久アンカー	アンカー水平角	30°
施工本数	ΣN=96 本	頭部処理方法	頭部キャップ
施工延長	ΣL=3,058m (31.85m@96 本)	定着方法	くさび
テンドンの諸元	PC 鋼より線 φ 12.7mm×22 本	受圧構造物	現場打ち法枠
許容アンカー力	不明	旧タイプアンカー使用の有無	有り
設計アンカー力	不明	自由長部の防食方法	グラウトのみ
定着時緊張力	2,450KN	定着部の防食方法	グラウトのみ
アンカー体長	10.0m	地盤環境	良好
アンカー長	31.85m	地盤条件	良好
フルボンド型使用の有無	無し(アンボンド型)	荷重計設置の有無	無し

表 参 1.2 基礎点検により得られた点検実施履歴

年代	1980 ～85	1986 ～90	1991 ～95	1996 ～2000	2001 ～05	2006 ～10	2011～
点検の実施	施工 (1980)	点検*1 (1986)		点検*1*2 (1996)			
<p>*1 アンカー荷重計による計測が行われ残存引張り力は低下していないが確認されているが、その他の外観調査等は実施されていない。</p> <p>*2 施工後 15 年が経過し、周辺地山に変動が見られないこと、残存引張り力は低下していなかったことから、耐用年数を超えた荷重計は更新していない。</p>							

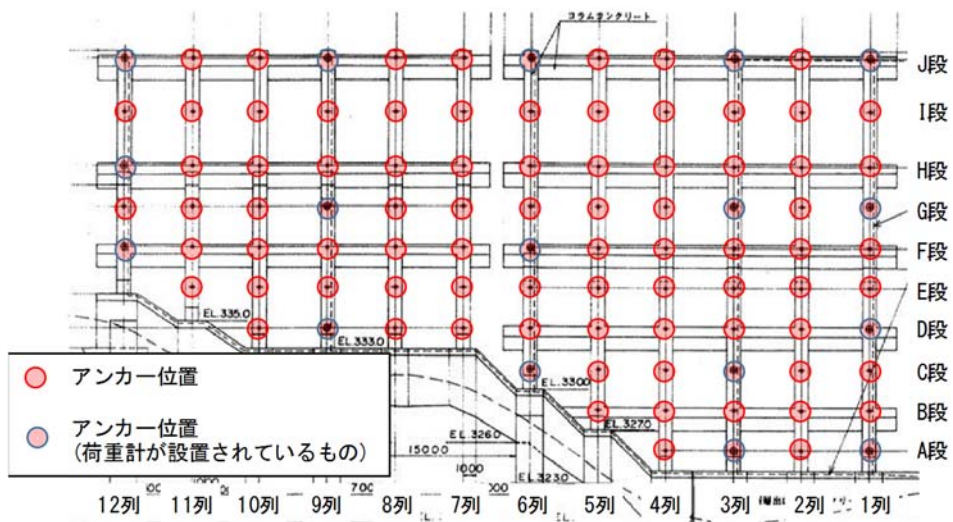
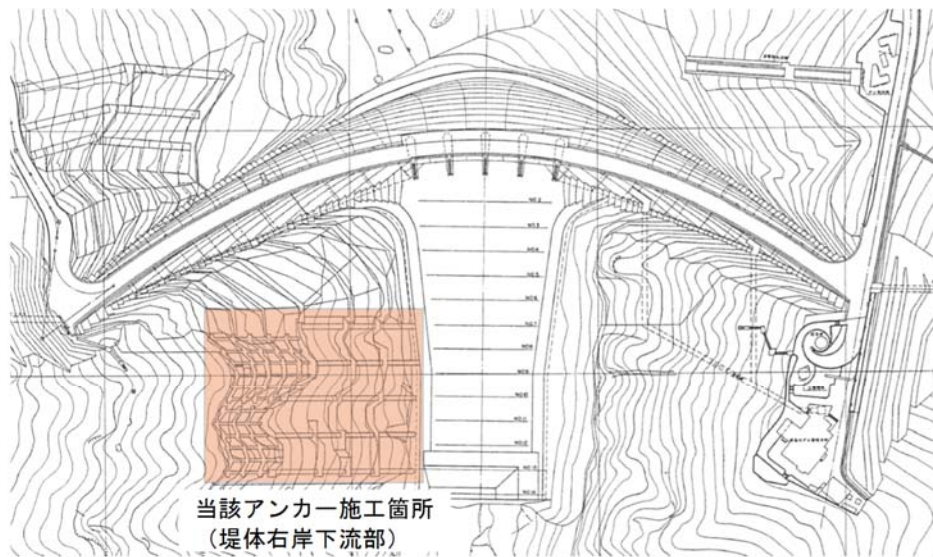


図 参 1.1 基礎点検により得られた岩盤補強用アンカー位置図及び平面図 (Mダム)

## 1.2. 点検計画（試行）の例

### 1.2.1. 点検等の方法及び項目

本ダムでの岩盤補強用アンカーの「通常点検」「定期点検」「臨時点検」における点検の方法について、現地状況を考慮しに表 参 1.3 に示すとおりとした。点検は本マニュアル第 4 章に記載した項目について行うこととした。また、当該アンカーは試行時点で「詳細調査」が実施されていないことから、併せて実施することとした。

表 参 1.3 点検の方法（Mダム）

点検種別	点検方法
通常点検	堤体天端から望遠鏡や望遠機能付きデジタルカメラを用いて、遠方目視により点検を実施する。
定期点検	当該アンカー施工箇所へは、堤体アバットから法面小段をとおりアクセスが可能であり、近接目視により点検を実施する。
臨時点検	通常点検と同様に遠方目視によるものとする。

#### (1) 通常点検及び臨時点検

通常点検及び臨時点検は、遠方からの目視点検によることができるが、当ダムにおいては、当該アンカーを一望でき、アクセスも容易な堤体天端から、望遠鏡や望遠機能付きデジタルカメラにより点検を行う。点検実施箇所を図 参 1.2 に示す。また、当該アンカーについて実施することとした点検項目を表 参 1.4 に示す。

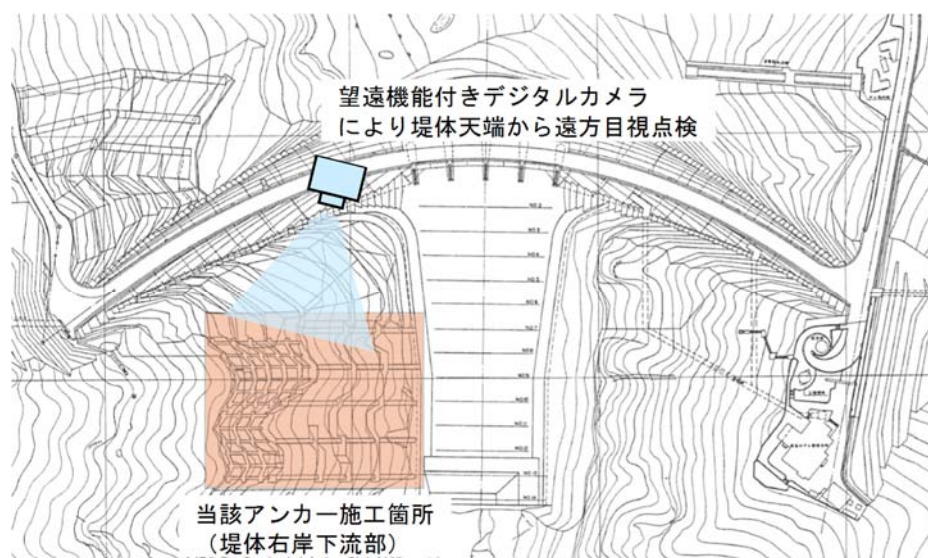


図 参 1.2 通常点検及び臨時点検における点検実施箇所（Mダム）

表 参 1.4 通常点検及び臨時点検における点検項目（Mダム）

対象	点検項目	主な事項	点検手法	実施の有無 <sup>*1</sup>
アンカー	飛び出し	有無	目視	○
	残存引張り力	計器データ	計器データ確認	— <sup>*2</sup>
受圧構造物	破損、変形、落下、沈下、クラック	有無、程度	目視	○
頭部キャップ （保護キャップ）	破損、変形、落下	有無、程度	目視	○
頭部コンクリート （設置されている場合）	破損、変形、落下	有無、程度	目視	— <sup>*3</sup>
周辺状況	地山の変状	有無、程度	目視 計器データ確認 <sup>*4</sup>	○
	地山からの湧水	有無、程度	目視 計器データ確認 <sup>*4</sup>	○
	周辺構造物の変状、沈下	有無、程度	目視 計器データ確認 <sup>*4</sup>	○
	ダム堤体の変状	有無、程度	目視 計器データ確認 <sup>*4</sup>	○

\*1 「○」は第4章に示す項目のうち、当該アンカーにおいても実施することとした項目を、「—」は実施しないこととした項目を示す。

\*2 残存引張り力の確認については、現時点で計器が設置されていないことから実施しないこととした。

\*3 当該アンカーには、頭部コンクリートが設置されていない。

\*4 周辺地山には変動を観測するための計器が設置されていないため、目視点検を行うこととした。

## (2) 定期点検

定期点検は近接目視により行う。当ダムにおいては、堤体天端からアバット部を通り法面小段に進入することでアクセスが可能である。ただし、進入路が急傾斜地となることから、転落防止等、安全対策には十分注意する必要がある。当該岩盤補強用アンカー施工箇所までの進入路及び点検ルート図を図 参 1.3 に示す。また、当該岩盤補強用アンカーについて実施することとした点検項目を表 参 1.5 に示す。

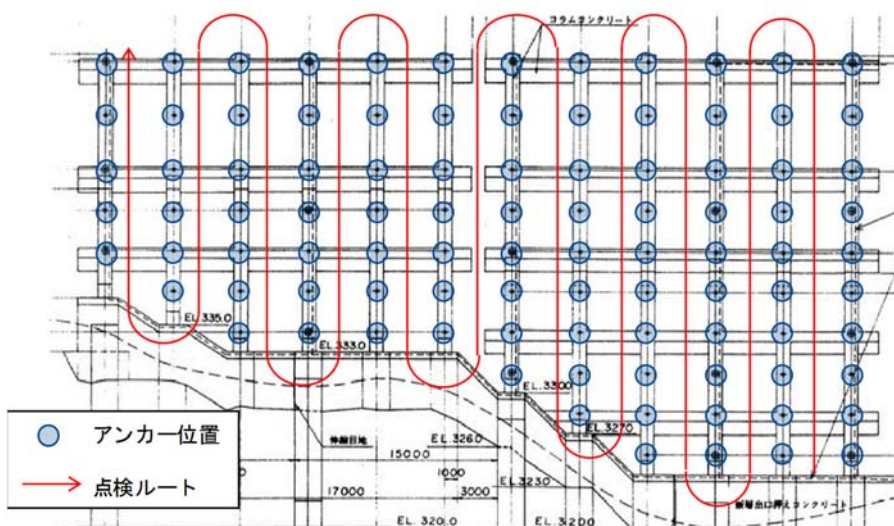
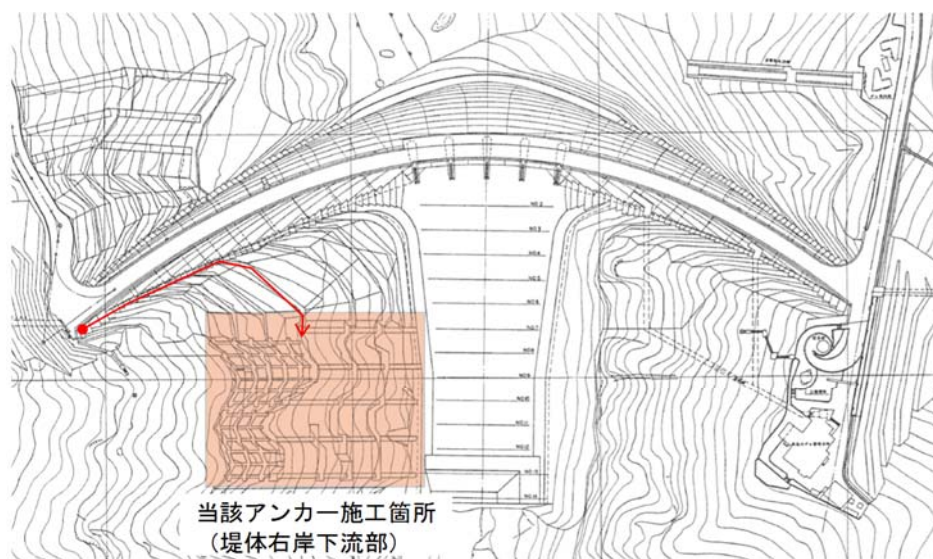


図 参 1.3 定期点検における進入路 (上) 及び点検ルート図 (下) (Mダム)



表 参 1.5 定期点検における点検項目（Mダム）

対象	点検項目	主な事項	点検手法	実施の有無 <sup>*1</sup>
アンカー	飛び出し	有無	目視、計測	○
	残存引張り力	計器データ	計器データ確認	— <sup>*2</sup>
受圧構造物	破損、変形、落下	有無、程度	目視	○
	沈下	有無、目地の開き等	目視	○
	コンクリート	劣化、クラック等	目視、クラック幅計測	○
	遊離石灰	有無、痕跡	目視	○
	錆、腐食	有無、程度	目視	— <sup>*3</sup>
支圧板	浮き、変状、錆	有無	目視	○
	固定状況	固定状況	確認	○
	水、泥水の浸み出し	有無、痕跡、程度	目視	○
	錆汁	有無、痕跡、程度	目視	○
	遊離石灰	アンカー内部からの浸み出しの有無、痕跡、程度	目視	○
	防錆材（グリース）	アンカー内部からの浸み出しの有無、痕跡、程度	目視	○
頭部キャップ （保護キャップ）	破損、変形、落下	有無、程度	目視	○
	材料劣化	有無、程度	目視、打音検査等	○
	固定方法・状況	ボルトの腐食等	目視	○
	水、泥水の浸入	有無、痕跡、程度	目視	○
	錆汁	有無、痕跡、程度	目視	○
	防錆材（グリース）	劣化・漏れの有無、程度	目視	○
頭部コンクリート （設置されている場合）	破損、変形、落下	有無、程度	目視	— <sup>*4</sup>
	浮き上がり、剥離	有無、程度	目視	— <sup>*4</sup>
	劣化、クラック	有無、程度	目視、クラック幅計測	— <sup>*4</sup>
	水、泥水の浸入	有無、痕跡、程度	目視	— <sup>*4</sup>
	遊離石灰	有無、痕跡	目視	— <sup>*4</sup>
周辺状況	地山の変状	有無、程度	目視 計器データ確認 <sup>*5</sup>	○
	湧水	有無、箇所、程度	目視 計器データ確認 <sup>*5</sup>	○
	周辺構造物の変状、沈下	有無、程度	目視 計器データ確認 <sup>*5</sup>	○
	ダム堤体の変状	有無、程度	目視 計器データ確認 <sup>*5</sup>	○

\*1 「○」は第4章に示す項目のうち、当該アンカーにおいても実施することとした項目を、「—」は実施しないこととした項目を示す。

\*2 残存引張り力の確認については、現時点で計器が設置されていないことから実施しないこととした。

\*3 当該アンカーの受圧構造物は現場打ち法枠であり、錆に関する点検は実施しないこととした。

\*4 当該アンカーには、頭部コンクリートが設置されていない。

\*5 周辺地山には変動を観測するための計器が設置されていないため、目視点検を行うこととした。

### (3) 詳細調査

詳細調査では、当該岩盤補強用アンカーの頭部詳細調査及びリフトオフ試験を実施する。

頭部詳細調査については、当該アンカーは図 参 1.3 に示すとおり進入路の確保が可能であることから、近接して実施する。また、当該アンカーについて実施することとした調査項目を表 参 1.6 に示す。

リフトオフ試験については、当該アンカーが  $\phi 12.7\text{mm} \times 22$  本で構成されており、以下の理由から、図 参 1.4 に示すとおり、抽出した 4 本を 1 本ずつ試験することとし、その試験結果の平均値を鋼線 1 本当たりの残存引張り力と仮定することで、アンカーとしての残存引張り力を推定する。

- 全ての鋼線を同時に緊張するためには専用治具の制作が必要となること
- 大型のジャッキが必要となり大規模な仮設が必要となること

表 参 1.6 頭部詳細調査における調査項目 (Mダム)

対象	点検項目	主な事項	点検手法	実施の有無 <sup>*1</sup>
アンカー	飛び出し	有無	目視	○
	残存緊張力	計器データ	計器データ確認	— <sup>*2</sup>
	PC 鋼線の状態	錆・断面欠損の有無	目視	○
受圧構造物	破損、変形、落下	有無、程度	目視	○
	沈下	有無、目地の開き、ズレ、はらみ出し	目視	○
	コンクリート	劣化、強度、亀裂、クラック	目視、クラック幅計測	○
	遊離石灰	有無、痕跡	目視	○
	錆・腐食	有無、程度	目視	— <sup>*3</sup>
	背面地山からの浮き	有無、程度	目視、計測	○
支圧板	浮き、変状、錆	有無	目視	○
	水、泥水の浸み出し	有無、痕跡、程度	目視	○
	錆汁	有無、痕跡、程度	目視	○
	遊離石灰	アンカー内部からの浸み出しの有無、痕跡、程度	目視	○
	防錆材 (グリース)	アンカー内部からの浸み出しの有無、痕跡、程度	目視	○
	固定状況	ゆるみ等	確認	○
	頭部キャップ	破損、変形、落下	有無、程度	目視
材料劣化		有無、程度	目視	○
固定状況		ボルトの腐食等	目視	○
水、泥水の浸入		有無、痕跡、程度	目視	○
錆汁		有無、痕跡、程度	目視	○
防錆材 (グリース)		劣化・漏れの有無、程度	目視	○
		充填状況	目視	○
止水ゴム		劣化の有無、程度	目視	○
頭部コンクリート	破損、変形、劣化	有無、程度	目視	— <sup>*4</sup>
	浮き上がり、剥離	有無、程度	目視	— <sup>*4</sup>
	劣化、クラック	有無、程度	目視、クラック幅計測	— <sup>*4</sup>
	水、泥水の浸入	有無、痕跡、程度、量	目視	— <sup>*4</sup>
	遊離石灰	有無、痕跡	目視	— <sup>*4</sup>
周辺状況	地山の変状	有無、程度	目視 計器データ確認 <sup>*5</sup>	○
	湧水	有無、箇所、程度	目視、 計器データ確認 <sup>*5</sup>	○
	周辺構造物の変状、沈下	有無、程度	目視 計器データ確認 <sup>*5</sup>	○
	ダム堤体の変状	有無、程度	目視 計器データ確認 <sup>*5</sup>	○

\*1 「○」は第4章に示す項目のうち、当該アンカーにおいても実施することとした項目を、「—」は実施しないこととした項目を示す。

\*2 残存引張り力の確認については、現時点で計器が設置されていないことから実施しないこととした。なお、詳細調査において別途リフトオフ試験を実施する。

\*3 当該アンカーの受圧構造物は現場打ち法枠であり、錆に関する点検は実施しないこととした。

\*4 当該アンカーには、頭部コンクリートが設置されていない。

\*5 周辺地山には変動を観測するための計器が設置されていないため、目視点検を行うこととした。



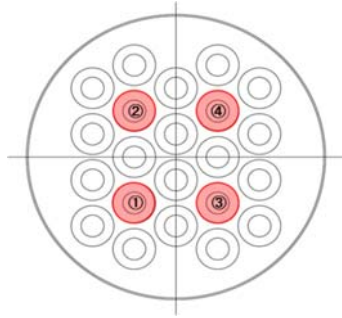


図 参 1.4 リフトオフ試験を実施することとした PC 鋼線の位置 (Mダム)  
(この 4 本の試験結果平均値からアンカー全体の残存引張り力を推定する)

### 1.3. 点検及び詳細調査（試行）の例

作成した点検計画に基づき当該岩盤補強用アンカーの点検及び詳細調査を試行的に実施した。点検結果の概要は次のとおりである。

なお、本試行では、定期点検に相当する項目を実施した。詳細調査については、頭部詳細調査及びリフトオフ試験を実施した。

#### 1.3.1. 定期点検（試行）の結果

##### (1) アンカー

外観調査では飛び出しが確認されず良好な状態であることを確認した。なお、残存引張り力については、現時点でアンカー荷重計が設置されていないことから確認することが出来なかった。

##### (2) 受圧構造物

当該アンカーの受圧構造物としては現場打ち法枠が設置されている。破損や沈下、遊離石灰等は確認されなかったが、**図 参 1.5** に示すとおりクラックが確認された。



図 参 1.5 現場打ち法枠に確認されたクラック（Mダム）

##### (3) 支圧板

当該アンカーは頭部キャップで保護され、**図 参 1.6** に示すように頭部キャップの底部は鋼板貼り合わせにより支圧板が露出していない状況であった。このため、定期点検においては支圧板を点検しないこととし、詳細調査時に確認することとした。

##### (4) 頭部キャップ

当該アンカーの頭部保護には頭部キャップが使用され、頭部コンクリートは施工されていない。頭部キャップは鋼管により制作されており、防錆塗装が施されていたようであ

るが、**図 参 1.6**に示すように塗装がほとんど剥がれ表面が腐食していることが確認された。ただし、頭部キャップ内部から防錆材が流出したような痕跡は確認されなかった。



**図 参 1.6** 塗装がほとんど剥がれ錆が確認された頭部キャップ（Mダム）

(5) 周辺状況

当該アンカーの周辺地山及びダム堤体には変状が確認されておらず、また、地山からの湧水も確認されていない。

(6) 点検結果の評価

当該アンカーの点検結果の評価は**表 参 1.7**に示すとおりである。詳細調査の必要性の目安である、評価Ⅱが 2 項目で確認されていること、これまで詳細調査を実施していないことから、詳細調査を実施することとした。なお、試行における点検記録簿は**表 参 1.10**から**表 参 1.12**に示すとおりである。

**表 参 1.7** 当該アンカーにおける点検結果の評価（Mダム）

評価	I	II	III
該当数	0	3	1

表 参 1.8 諸元総括表 (Mダム)

【諸元総括表】

アンカーNo.	アンカー仕様	アンカー長 (m)	自由長 (m)	アンカー 体長 (m)	設計 アンカー力 (KN)	許容 アンカー力 (KN)	定着時 緊張力 (KN)	セキレン クの 有無	既往点検等履歴				最新の評価	
									点検記録		健全性調査			対策工
									初回 (2回目)	(回目)	(回目)	初回 (回目)	初回 (回目)	
A-1	φ12.7*22本	31.85	21.85	10.00	不明	不明	2,450	無	1986年	1996年		-		-2)
•••														
•••														
•••														
•••														
•••														

【備考】

- 1) 施工当時、アンカー荷重計が設置されていたが、1996年に周辺地山に変動が見られないこと、残存引張り力が低下していないことから、耐用年数を超えた荷重計を更新せず。
- 2) アンカー荷重計による残存引張り力の確認が行われているが、その他、外観調査等は実施されていない。

【位置図、平面図 (アンカーNo.が分かるもの)】

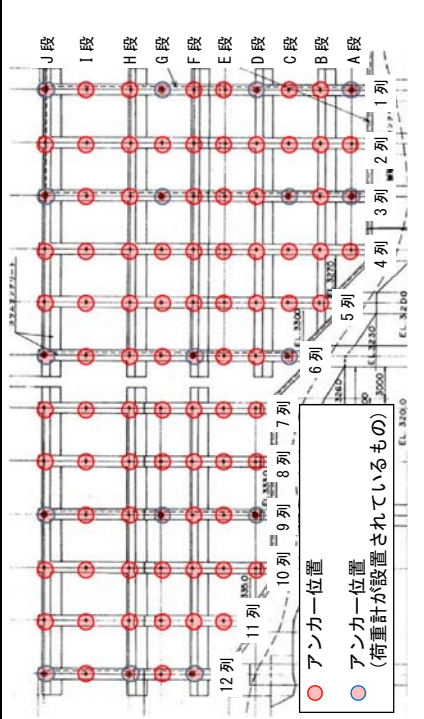
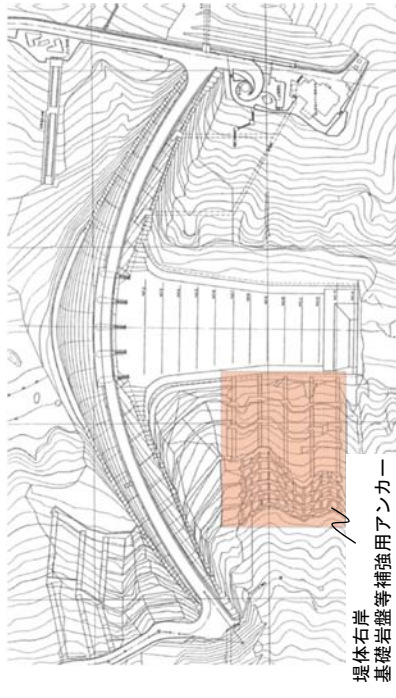


表 参 1.9 点検結果総括表 (Mダム)

【点検結果総括表】

前回 点検種別	通常・臨時・定期	点検年月日	-	施工後経過年数	-	今		回		点		備	考
						点検年月日	平成****年**月**日	点検年月日	施工後経過年数	36年 (1980年施工)	詳細調査		
今回 点検種別	通常・臨時・定期	点検年月日	点検年月日	平成****年**月**日	点検年月日	平成****年**月**日	点検結果 (前回との差異等)	評価	点検結果 (前回との差異等)	詳細調査	評価	備	考
アンカー No.													
A-1	I : III :	II : 要・不要					点検結果 (前回との差異等) ・ 法枠にクラックを確認。 ・ 頭部キャップは表面が腐食。	I : 0 II : 3 III : 1		要・不要	要・不要	要・不要	詳細調査を実施。
•••	I : III :	II : 要・不要						I : III :		要・不要	要・不要	要・不要	
•••	I : III :	II : 要・不要						I : III :		要・不要	要・不要	要・不要	
•••	I : III :	II : 要・不要						I : III :		要・不要	要・不要	要・不要	
•••	I : III :	II : 要・不要						I : III :		要・不要	要・不要	要・不要	
•••	I : III :	II : 要・不要						I : III :		要・不要	要・不要	要・不要	
•••	I : III :	II : 要・不要						I : III :		要・不要	要・不要	要・不要	
•••	I : III :	II : 要・不要						I : III :		要・不要	要・不要	要・不要	
•••	I : III :	II : 要・不要						I : III :		要・不要	要・不要	要・不要	
•••	I : III :	II : 要・不要						I : III :		要・不要	要・不要	要・不要	
•••	I : III :	II : 要・不要						I : III :		要・不要	要・不要	要・不要	
•••	I : III :	II : 要・不要						I : III :		要・不要	要・不要	要・不要	
•••	I : III :	II : 要・不要						I : III :		要・不要	要・不要	要・不要	
•••	I : III :	II : 要・不要						I : III :		要・不要	要・不要	要・不要	
点検の総合評価	一部のアンカーでは、頭部キャップの腐食等により詳細調査が必要と判断される。						今後の対応	詳細調査を行って健全性を確認。					
備考													

表 参 1.10 当該アンカーにおける定期点検記録簿（1 / 3）（Mダム）

点検記録簿（定期点検） 1 / 3		点検箇所	
【アンカー諸元】		Mダム堤体右岸下流 岩盤補強用アンカー	
アンカーNo.	A-1	削孔径	Φ133mm
施工年	1980年	アンカー傾角	0°
工法名	**永久アンカー	アンカー水平角	30°
施工本数	ΣN=96本	頭部処理方法	頭部キャップ
施工延長	ΣL=3,058m (31.85m@96本)	定着方法	くさび
テンドン諸元	Φ12.7*22本	受圧構造物	現場打ち法枠
許容アンカー力	不明	旧タイプ使用	<input checked="" type="checkbox"/> (Ⅱ)有り・ <input type="checkbox"/> 無し
設計アンカー力	不明	自由長部防食方法	グラウトのみ
定着時緊張力	2,450kN	定着部防食方法	グラウトのみ
アンカー体長	10.0m	地盤環境	<input type="checkbox"/> (Ⅲ)腐食しやすい環境 <input checked="" type="checkbox"/> 良好
アンカー長	31.85m	地盤条件	<input type="checkbox"/> (Ⅲ)劣化・風化しやすい <input checked="" type="checkbox"/> 良好
フルボンド型使用	<input checked="" type="checkbox"/> アンボンド型・ <input type="checkbox"/> ボンド型	荷重計設置	<input type="checkbox"/> 有り <input checked="" type="checkbox"/> 無し
【前回点検記録】			
評価	(Ⅰ)	(Ⅱ)	(Ⅲ)
該当数	-	-	-
		詳細調査の必要性	
		<input type="checkbox"/> 有り	<input type="checkbox"/> 無し
特記事項	・ 前回点検では、アンカー荷重計により残存引張り力の確認だけを行っており、外観調査は実施されていない。		
【外観調査 1 / 2】			
既存資料	施工方法等	<input checked="" type="checkbox"/> (Ⅱ)旧タイプアンカー	<input type="checkbox"/> (Ⅲ)腐食環境 <input type="checkbox"/> (Ⅲ)地下水が豊富 <input type="checkbox"/> (Ⅲ)地下水が豊富
アンカー	飛び出し	<input type="checkbox"/> (Ⅰ)有り	<input checked="" type="checkbox"/> 良好
	残存引張り力 <sup>1)</sup>	<input type="checkbox"/> (Ⅰ)許容アンカー力以上 <input type="checkbox"/> (Ⅰ)定着時緊張力の0.6倍以下	<input type="checkbox"/> (Ⅱ)定着時緊張力以上・許容アンカー力未満 <input type="checkbox"/> (Ⅱ)定着時緊張力の0.6倍を超え、定着時緊張力の0.9倍以下
受圧構造物	破損、変形、劣化	<input type="checkbox"/> (Ⅱ)破損、変形、劣化	<input checked="" type="checkbox"/> 良好
	沈下	<input type="checkbox"/> (Ⅰ)目地の開き、ズレ、沈下	<input checked="" type="checkbox"/> 良好
	コンクリート	<input type="checkbox"/> (Ⅱ)破損、部分的な欠損 <input checked="" type="checkbox"/> (Ⅱ)数mm以上・連続したクラック	<input type="checkbox"/> 良好
	遊離石灰 錆・腐食	<input type="checkbox"/> (Ⅲ)有り <input type="checkbox"/> (Ⅲ)有り	<input checked="" type="checkbox"/> 良好 <input checked="" type="checkbox"/> 良好
支圧板	浮き、変状、錆	<input type="checkbox"/> (Ⅱ)有り	<input type="checkbox"/> 良好
	水、泥水の浸み出し	<input type="checkbox"/> (Ⅲ)有り	<input type="checkbox"/> 良好
	錆汁	<input type="checkbox"/> (Ⅲ)有り	<input type="checkbox"/> 良好
	遊離石灰	<input type="checkbox"/> (Ⅲ)内部からの浸み出し	<input type="checkbox"/> 良好
	防錆材	<input type="checkbox"/> (Ⅱ)色相：赤褐色	<input type="checkbox"/> (Ⅲ)内部からの浸み出し <input type="checkbox"/> (Ⅲ)色相：白濁食、黒色
<input type="checkbox"/> 頭部キャップ <input checked="" type="checkbox"/>	破損、変形等	<input type="checkbox"/> (Ⅱ)破損、変形、劣化	<input checked="" type="checkbox"/> 良好
	材料劣化	<input checked="" type="checkbox"/> (Ⅱ)材料劣化、腐食	<input type="checkbox"/> 良好
	固定方法・状況	<input checked="" type="checkbox"/> (Ⅲ)ボルトの破壊・腐食	<input type="checkbox"/> 良好
	水、泥水の浸入	<input type="checkbox"/> (Ⅲ)有り	<input checked="" type="checkbox"/> 良好
	錆汁	<input type="checkbox"/> (Ⅲ)有り	<input checked="" type="checkbox"/> 良好
	防錆材	<input type="checkbox"/> (Ⅱ)色相：赤褐色 <input checked="" type="checkbox"/> 良好	<input type="checkbox"/> (Ⅲ)内部からの浸み出し <input type="checkbox"/> (Ⅲ)色相：白濁色、黒色
<p>1) 残存引張り力の評価は、設計アンカー力と定着時荷重の関係で異なることから、堤体・岩盤補強用アンカーの場合は、「4.5.1. 詳細調査の必要性」を、ゲート固定用アンカーの場合は、「5.5.1. 詳細調査の必要性」を参考とし修正する。</p> <p>2) 頭部キャップと頭部コンクリートは頭部処理方法に応じてどちらかを点検する。</p>			
点検日	平成*年*月*日	点検者	●●●●
		天候	曇り

表 参 1.11 当該アンカーにおける定期点検記録簿（2 / 3）（Mダム）

点検記録簿（定期点検）2 / 3

点検箇所 Mダム堤体右岸下流  
岩盤補強用アンカー

【外観調査 2 / 2】				
□ 頭部コンクリート <sup>2)</sup>	破損、変形等	<input type="checkbox"/> (I) 破損、落下	<input type="checkbox"/> (II) 変形	<input type="checkbox"/> 良好
	浮き上がり、剥離	<input type="checkbox"/> (I) 浮き上がり、背面・受圧構造物からの剥離	<input type="checkbox"/> 良好	
	劣化、クラック	<input type="checkbox"/> (I) 幅1mm以上のクラック	<input type="checkbox"/> (II) 劣化、幅1mm以下のクラック	<input type="checkbox"/> 良好
	水、泥水の浸入	<input type="checkbox"/> (II) 有り	<input type="checkbox"/> 良好	
	遊離石灰	<input type="checkbox"/> (III) 遊離石灰	<input type="checkbox"/> 良好	
周辺状況	地山の変状	<input type="checkbox"/> (I) 何らかの異常	<input checked="" type="checkbox"/> 良好	
	地山からの湧水	<input type="checkbox"/> (I) 何らかの異常	<input checked="" type="checkbox"/> 良好	
	周辺構造物の変状等	<input type="checkbox"/> (I) 何らかの異常	<input checked="" type="checkbox"/> 良好	
	ダム堤体の変状	<input type="checkbox"/> (I) 何らかの異常	<input checked="" type="checkbox"/> 良好	
1) 残存引張り力の評価は、設計アンカー力と定着時荷重の関係で異なることから、堤体・岩盤補強用アンカーの場合は、「4.5.1. 詳細調査の必要性」を、ゲート固定用アンカーの場合は、「5.5.1. 詳細調査の必要性」を参考とし修正する。 2) 頭部キャップと頭部コンクリートは頭部処理方法に応じてどちらかを点検する。				

【点検結果の評価】				
評価	(I)	(II)	(III)	詳細調査の必要性
該当数	0	3	1	<input checked="" type="checkbox"/> 有り <input type="checkbox"/> 無し

【備考】
(点検時の状況や、上表には記載されない軽微な劣化等)
・ 当該アンカーは1980年に施工され、旧タイプアンカーが使用されている。
・ 受圧構造物である現場打ち法枠にはクラックが確認された。
・ 頭部キャップは塗装がほとんど剥がれ表面が腐食している。ただし、防錆材が流出したような形跡は確認されない。

点検日	平成*年*月*日	点検者	●●●●	天候	曇り
-----	----------	-----	------	----	----



表 参 1.12 当該アンカーにおける定期点検記録簿（3 / 3）（Mダム）

点検記録簿（定期点検） 3 / 3

点検箇所

Mダム堤体右岸下流  
岩盤補強用アンカー

【位置図、写真】

<p>位置図（対象アンカーの位置が分かるもの）</p>	<p>アンカー設置状況</p>
<p>点検状況</p>	<p>点検状況</p>
<p>点検状況</p>	<p>点検状況</p>

点検日	平成*年*月*日	点検者	●●●●	天候	曇り
-----	----------	-----	------	----	----



### 1.3.2. 詳細調査（試行）の結果

#### (1) アンカー

定期点検で確認したように本ダムの岩盤補強用アンカーに飛び出しは確認されず良好な状態であった。また、詳細調査ではリフトオフ試験を実施したが、リフトオフ試験により確認した残存引張り力は約 2,410kN であり、定着時荷重 2,450kN からほとんど低下していないことが確認された。リフトオフ試験結果の詳細は以下のとおりである。

#### ➤ リフトオフ試験の概要

当該アンカーにおいては、図 参 1.4 のとおり PC 鋼線 22 本の中から 4 本を抽出し小型ジャッキを用いて試験を実施することとしたが、このうち、①③の PC 鋼線については、最大試験荷重においてもくさびが浮き上がりずリフトオフ試験を確認することができなかった。②④のリフトオフ荷重は、②で 113.2kN、④で 106.2kN で平均 109.7kN となった。これを全 22 本の平均値と考えると、残存引張り力は 2,413.4kN であり、定着荷重からほとんど低下していないことが確認された。

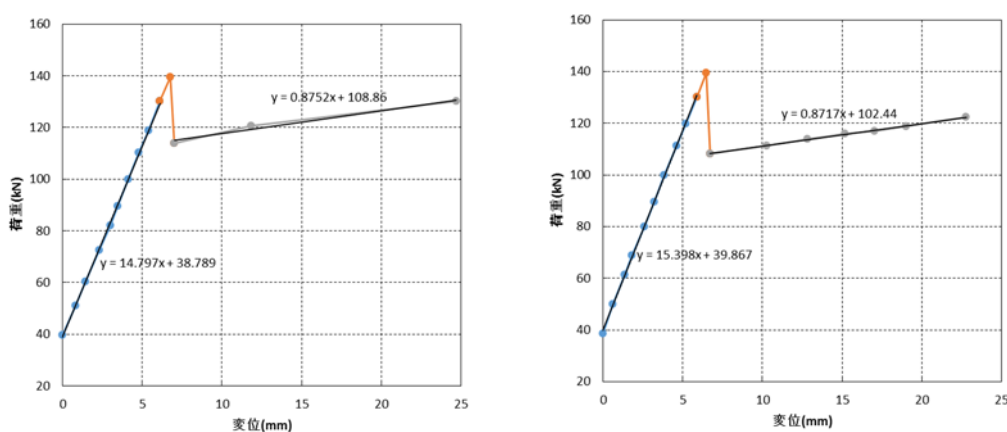


図 参 1.7 リフトオフ試験結果（左：PC 鋼線位置②、右：PC 鋼線位置④）（Mダム）

#### (2) 受圧構造物

定期点検で確認したようにクラックが確認されたが、背面地山からの浮きは確認されなかった。

#### (3) 支圧板

詳細調査では頭部キャップを取り外して、支圧板の状況を確認した。

頭部キャップ内の防錆材が流出していたが、支圧板には腐食、破損、変状が確認されず、固定状況も良好であった。

#### (4) 頭部キャップ

詳細調査では頭部キャップを取り外して防錆材の重点状況、アンカー頭部の状況等を確認した。

頭部キャップ内部の防錆材が流出し、アンカー頭部に錆が発生しているのが確認された(図 参 1.8)。ただし、断面欠損を伴うような腐食は発生していない。また、図 参 1.9 に示すように止水ゴムが劣化していることが確認された。止水ゴムの劣化箇所から水が浸入し、防錆材が流出したものと考えられる。



図 参 1.8 アンカー頭部で確認された錆 (Mダム)



図 参 1.9 頭部キャップの止水ゴムの劣化 (Mダム)

#### (5) 詳細調査の評価及び調査終了後の対応

当該アンカーについては、頭部キャップ内の防錆材が流出し、アンカー頭部に錆の発生が確認されたが、アンカーの断面欠損を伴うような腐食が発生していないこと、リフトオフ試験から残存引張りがほとんど低下していないことが確認されたこと、周辺地山や堤体に変状が確認されていないことから、経過観察を行うものとし、詳細調査を終了することとした。詳細調査における記録簿は表 参 1.13 から表 参 1.16 に示すとおりである。

調査終了後は以下に示すように簡易的な補修を行った。

- アンカー：表面の錆を落とした後、防錆材を PC 鋼線の間まで塗り込み、防錆テープを、全体を被うように巻き付けた(図 参 1.10)。



図 参 1.10 アンカーにおける詳細調査終了後の対応(左：防錆材の塗布、右：防錆テープの巻き付け) (Mダム)

- 支圧板：図 参 1.11 に示すとおり全体に防錆材を塗布した。



図 参 1.11 防錆材を塗布した支圧板 (Mダム)

- 頭部キャップ：頭部キャップ底部の止水ゴムは新しいものに交換を行った (図 参 1.12)。また、頭部キャップ本体は、表面の錆を落とし (図 参 1.13)、再塗装を行った上で再設置を行った (図 参 1.14)。



図 参 1.12 止水ゴムの交換 (Mダム)



図 参 1.13 頭部キャップの錆落とし (Mダム)



図 参 1.14 再設置した頭部キャップ (Mダム)



表 参 1.13 当該アンカーにおける頭部詳細調査の記録簿（1 / 3）（Mダム）

頭部詳細調査記録簿 1 / 3		点検箇所	
【アンカー諸元】		Mダム堤体右岸下流 岩盤補強用アンカー	
アンカーNo.	A-1	削孔径	Φ133mm
施工年	1980年	アンカー傾角	0°
工法名	* * 永久アンカー	アンカー水平角	30°
施工本数	Σ N=96本	頭部処理方法	頭部キャップ
施工延長	Σ L=3,058m (31.85m@96本)	定着方法	くさび
テンドン諸元	Φ12.7*22本	受圧構造物	現場打ち法枠
許容アンカー力	不明	旧タイプ使用	<input checked="" type="checkbox"/> 有り・ <input type="checkbox"/> 無し
設計アンカー力	不明	自由長部防食方法	グラウトのみ
定着時緊張力	2,450kN	定着部防食方法	グラウトのみ
アンカー体長	10.0m	地盤環境	<input type="checkbox"/> 腐食しやすい環境 <input checked="" type="checkbox"/> 良好
アンカー長	31.85m	地盤条件	<input type="checkbox"/> 劣化・風化しやすい <input checked="" type="checkbox"/> 良好
フルボンド型使用	<input checked="" type="checkbox"/> アンボンド型・ <input type="checkbox"/> ボンド型	荷重計設置	<input type="checkbox"/> 有り <input checked="" type="checkbox"/> 無し
【頭部詳細調査】			
アンカー	飛び出し	<input type="checkbox"/> 有り	<input checked="" type="checkbox"/> 良好
	残存引張り力 <sup>1)</sup>	<input type="checkbox"/> 許容アンカー力以上 <input type="checkbox"/> 定着時緊張力の0.6倍以下	<input type="checkbox"/> 定着時緊張力以上・許容アンカー力未満 <input type="checkbox"/> 定着時緊張力の0.6倍を超え、定着時緊張力の0.9倍以下
	PC鋼線の状態	<input checked="" type="checkbox"/> 錆	<input type="checkbox"/> 断面欠損
受圧構造物	破損、変形、落下	<input type="checkbox"/> 破損、変形、劣化	<input checked="" type="checkbox"/> 良好
	沈下	<input type="checkbox"/> 目地の開き、スレ、沈下	<input checked="" type="checkbox"/> 良好
	コンクリート	<input type="checkbox"/> 破損、部分的な欠損	<input checked="" type="checkbox"/> 数mm以上・連続したクラック
	遊離石灰	<input type="checkbox"/> 有り	<input checked="" type="checkbox"/> 良好
	錆・腐食	<input type="checkbox"/> 有り ( mm程度)	<input checked="" type="checkbox"/> 良好
支圧板	背面地山からの浮き	<input type="checkbox"/> 有り	<input checked="" type="checkbox"/> 良好
	浮き、変状、錆	<input checked="" type="checkbox"/> 有り	<input type="checkbox"/> 良好
	水、泥水の浸み出し	<input type="checkbox"/> 有り	<input checked="" type="checkbox"/> 良好
	錆汁	<input type="checkbox"/> 有り	<input checked="" type="checkbox"/> 良好
	遊離石灰	<input type="checkbox"/> 有り	<input checked="" type="checkbox"/> 良好
	防錆材	<input type="checkbox"/> 内部からの浸み出し <input checked="" type="checkbox"/> 良好	<input type="checkbox"/> 色相：赤褐色 <input type="checkbox"/> 色相：白濁色、黒色
□頭部キャップ <input checked="" type="checkbox"/>	固定状況	<input type="checkbox"/> ゆるみ	<input checked="" type="checkbox"/> 良好
	破損、変形、劣化	<input type="checkbox"/> 破損、変形、劣化	<input checked="" type="checkbox"/> 良好
	材料劣化	<input checked="" type="checkbox"/> 材料劣化、腐食	<input type="checkbox"/> 良好
	固定状況	<input checked="" type="checkbox"/> ボルトの破壊・腐食	<input type="checkbox"/> 良好
	水、泥水の浸入	<input type="checkbox"/> 有り	<input checked="" type="checkbox"/> 良好
	錆汁	<input type="checkbox"/> 有り	<input checked="" type="checkbox"/> 良好
	防錆材	<input type="checkbox"/> 内部からの浸み出し <input checked="" type="checkbox"/> 流出	<input type="checkbox"/> 色相：赤褐色 <input type="checkbox"/> 耐水
止水ゴム	<input checked="" type="checkbox"/> 劣化	<input type="checkbox"/> 良好	
1) 残存引張り力の評価は、設計アンカー力と定着時荷重の関係で異なることから、堤体・岩盤補強用アンカーの場合は、「4.5.1. 詳細調査の必要性」を、ゲート固定用アンカーの場合は、「5.5.1. 詳細調査の必要性」を参考とし修正する。 2) 頭部キャップと頭部コンクリートは頭部処理方法に応じてどちらかを点検する。			
点検日	平成〇年〇月〇日	点検者	●●●●
天候		曇り	

表 参 1.14 当該アンカーにおける頭部詳細調査の記録簿（2 / 3）（Mダム）

頭部詳細調査記録簿 2 / 3		点検箇所		Mダム堤体右岸下流 岩盤補強用アンカー	
【頭部詳細調査】					
□頭部コンクリート <sup>2)</sup>	破損、変形、劣化	<input type="checkbox"/> 破損、落下	<input type="checkbox"/> 変形	<input type="checkbox"/> 良好・設置されていない	
	浮き上がり、剥離	<input type="checkbox"/> 浮き上がり、背面・受圧構造物からの剥離	<input type="checkbox"/> 良好・設置されていない		
	劣化、クラック	<input type="checkbox"/> 幅1mm以上のクラック	<input type="checkbox"/> 劣化、幅1mm以下のクラック	<input type="checkbox"/> 良好・設置されていない	
	水、泥水の浸入	<input type="checkbox"/> 有り	<input type="checkbox"/> 良好・設置されていない		
	遊離石灰	<input type="checkbox"/> 遊離石灰	<input type="checkbox"/> 良好・設置されていない		
周辺状況	湧水	<input type="checkbox"/> 何らかの異常	<input checked="" type="checkbox"/> 良好		
	地山の変状	<input type="checkbox"/> 何らかの異常	<input checked="" type="checkbox"/> 良好		
	ダム堤体の変状	<input type="checkbox"/> 何らかの異常	<input checked="" type="checkbox"/> 良好		
	周辺構造物の変状・沈下	<input type="checkbox"/> 何らかの異常	<input checked="" type="checkbox"/> 良好		
<p>1) 残存引張り力の評価は、設計アンカー力と定着時荷重の関係で異なることから、堤体・岩盤補強用アンカーの場合は、「4.5.1. 詳細調査の必要性」を、ゲート固定用アンカーの場合は、「5.5.1. 詳細調査の必要性」を参考とし修正する。</p> <p>2) 頭部キャップと頭部コンクリートは頭部処理方法に応じてどちらかを点検する。</p>					
【備考】					
(点検時の状況や、上表には記載されない軽微な劣化等)					
<ul style="list-style-type: none"> <li>アンカー頭部には錆の発錆が確認されたが、断面欠損を伴う腐食は発錆していない。また、リフトオフ試験により残存引張り力は定着時荷重からほとんど低下していないことを確認した。</li> <li>頭部キャップは止水ゴムが劣化しており、内部の防錆材が流出していた。</li> <li>調査終了後、簡易的な補修として、アンカー頭部は防錆材塗布、頭部キャップは止水ゴム交換、表面の錆落とし、再塗装、防錆材の充填を行った。</li> <li>防錆材の流出といった不具合が確認されたが、PC鋼線の断面欠損、残存引張り力の低下はしていないため経過観察とする。</li> </ul>					
点検日	平成□年□月□日	点検者	●●●●	天候	曇り

表 参 1.15 当該アンカーにおける頭部詳細調査の記録簿（3 / 3）（Mダム）

頭部詳細調査記録簿 3 / 3

点検箇所

Mダム堤体右岸下流  
岩盤補強用アンカー

【位置図、写真】		
位置図（対象アンカーの位置が分かるもの）	アンカー設置状況	
調査状況	調査状況	
調査状況（簡易補修の状況）	調査状況（簡易補修完了後の状況）	
点検日 平成□年□月□日	点検者 ●●●●	天候 曇り







## 2.2.点検結果総括表の様式例

### 【点検結果総括表】

前回 今回	点検種別		点検年月日		施工後経過年数		ア ン カ ー No.	前			今			点検	
	通常・臨時	定期	点検年月日	定期	通常・臨時	定期		点検結果（前回との差異等）	評価	詳細調査	対応	評価	詳細調査	備考	
	I: III:	II:	要・不要					I: III:	II:			I: III:	要・不要		
	I: III:	II:	要・不要					I: III:	II:			I: III:	要・不要		
	I: III:	II:	要・不要					I: III:	II:			I: III:	要・不要		
	I: III:	II:	要・不要					I: III:	II:			I: III:	要・不要		
	I: III:	II:	要・不要					I: III:	II:			I: III:	要・不要		
	I: III:	II:	要・不要					I: III:	II:			I: III:	要・不要		
	I: III:	II:	要・不要					I: III:	II:			I: III:	要・不要		
	I: III:	II:	要・不要					I: III:	II:			I: III:	要・不要		
	I: III:	II:	要・不要					I: III:	II:			I: III:	要・不要		

## 2.3. 点検記録簿の様式例（通常点検、臨時点検）

点検記録簿（通常時点検・臨時点検） 1 / 2

\*臨時点検の場合は、右欄に実施理由を記載。

点検箇所	
実施理由	

### 【アンカー諸元】

アンカーNo.		削孔径	
施工年		アンカー傾角	
工法名		アンカー水平角	
施工本数		頭部処理方法	
施工延長		定着方法	
テンドン諸元		受圧構造物	
許容アンカー力		旧タイプ使用	<input type="checkbox"/> (Ⅱ)有り・ <input type="checkbox"/> 無し
設計アンカー力		自由長部防食方法	
定着時緊張力		定着部防食方法	
アンカー体長		地盤環境	<input type="checkbox"/> (Ⅲ)腐食しやすい環境・ <input type="checkbox"/> 良好
アンカー長		地盤条件	<input type="checkbox"/> 劣化・風化しやすい・ <input type="checkbox"/> 良好
フルボンド型使用	<input type="checkbox"/> アンボンド型・ <input type="checkbox"/> ボンド型	荷重計設置	<input type="checkbox"/> 有り・ <input type="checkbox"/> 無し

### 【前回点検記録】

評価	(Ⅰ)	(Ⅱ)	(Ⅲ)	詳細調査の必要性	
該当数				<input type="checkbox"/> 有り	<input type="checkbox"/> 無し
特記事項					

### 【アンカー外観調査】

アンカー	飛び出し	<input type="checkbox"/> (Ⅰ)有り	<input type="checkbox"/> 良好	
	残存引張り力 <sup>1)</sup>	<input type="checkbox"/> (Ⅰ)許容アンカー力以上	<input type="checkbox"/> (Ⅱ)定着時緊張力以上・許容アンカー力未満	<input type="checkbox"/> 左記以外 (良好)
		<input type="checkbox"/> (Ⅰ)定着時緊張力の0.6倍以下	<input type="checkbox"/> (Ⅱ)定着時緊張力の0.6倍を超え、定着時緊張力の0.9倍以下	<input type="checkbox"/> 計器無し
受圧構造物	破損、変形等	<input type="checkbox"/> (Ⅰ)目地の開き、ズレ、沈下	<input type="checkbox"/> (Ⅱ)破損、変形、劣化	<input type="checkbox"/> 良好
<input type="checkbox"/> 頭部キャップ	破損、変形等	<input type="checkbox"/> (Ⅱ)破損、変形、劣化	<input type="checkbox"/> 良好	
<input type="checkbox"/> 頭部コンクリート	破損、変形等	<input type="checkbox"/> (Ⅰ)破損、落下	<input type="checkbox"/> (Ⅱ)変形	<input type="checkbox"/> 良好
周辺状況	地山の変状	<input type="checkbox"/> (Ⅰ)何らかの異常	<input type="checkbox"/> 良好	
	地山からの湧水	<input type="checkbox"/> (Ⅰ)何らかの異常	<input type="checkbox"/> 良好	
	周辺構造物の変状等	<input type="checkbox"/> (Ⅰ)何らかの異常	<input type="checkbox"/> 良好	
	ダム堤体の変状	<input type="checkbox"/> (Ⅰ)何らかの異常	<input type="checkbox"/> 良好	

- 1) 残存引張り力の評価は、設計アンカー力と定着時荷重の関係で異なることから、堤体・岩盤補強用アンカーの場合は、「4.5.1. 詳細調査の必要性」を、ゲート固定用アンカーの場合は、「5.5.1. 詳細調査の必要性」を参考とし修正する。
- 2) 頭部キャップと頭部コンクリートは頭部処理方法に応じてどちらかを点検する。

### 【点検結果の評価】

評価	(Ⅰ)	(Ⅱ)	(Ⅲ)	詳細調査の必要性	
該当数				<input type="checkbox"/> 有り	<input type="checkbox"/> 無し

### 【備考】

(点検時の状況や、上表には記載されない軽微な劣化等)

点検日		点検者		天候	
-----	--	-----	--	----	--

点検記録簿（通常時点検・臨時点検） 2 / 2

\*臨時点検の場合は、右欄に実施理由を記載。

点検箇所	
実施理由	

【位置図、写真】

位置図（対象アンカーの位置が分かるもの）	アンカー設置状況
点検状況	点検状況
点検状況	点検状況

点検日		点検者		天候	
-----	--	-----	--	----	--

## 2.4. 点検記録簿の様式例（定期点検）

点検記録簿（定期点検） 1 / 3

点検箇所	
------	--

【アンカー諸元】			
アンカーNo.		削孔径	
施工年		アンカー傾角	
工法名		アンカー水平角	
施工本数		頭部処理方法	
施工延長		定着方法	
テンドン諸元		受圧構造物	
許容アンカー力		旧タイプ使用	<input type="checkbox"/> (II)有り・ <input type="checkbox"/> 無し
設計アンカー力		自由長部防食方法	
定着時緊張力		定着部防食方法	
アンカー体長		地盤環境	<input type="checkbox"/> (III)腐食しやすい環境・ <input type="checkbox"/> 良好
アンカー長		地盤条件	<input type="checkbox"/> (III)劣化・風化しやすい・ <input type="checkbox"/> 良好
フルボンド型使用	<input type="checkbox"/> アンボンド型・ <input type="checkbox"/> ボンド型	荷重計設置	<input type="checkbox"/> 有り・ <input type="checkbox"/> 無し

【前回点検記録】				
評価	(I)	(II)	(III)	詳細調査の必要性
該当数				<input type="checkbox"/> 有り <input type="checkbox"/> 無し
特記事項				

【外観調査1 / 2】				
既存資料	施工方法等	<input type="checkbox"/> (II)旧タイプアンカー	<input type="checkbox"/> (III)腐食環境 <input type="checkbox"/> (III)地下水が豊富 <input type="checkbox"/> (III)地下水が豊富	<input type="checkbox"/> 良好
アンカー	飛び出し	<input type="checkbox"/> (I)有り	<input type="checkbox"/> 良好	
	残存引張り力 <sup>1)</sup>	<input type="checkbox"/> (I)許容アンカー力以上 <input type="checkbox"/> (I)定着時緊張力の0.6倍以下	<input type="checkbox"/> (II)定着時緊張力以上・許容アンカー力未満 <input type="checkbox"/> (II)定着時緊張力の0.6倍を超え、定着時緊張力の0.9倍以下	<input type="checkbox"/> 左記以外（良好） <input type="checkbox"/> 計器無し
受圧構造物	破損、変形、劣化	<input type="checkbox"/> (II)破損、変形、劣化	<input type="checkbox"/> 良好	
	沈下	<input type="checkbox"/> (I)目地の開き、ズレ、沈下	<input type="checkbox"/> 良好	
	コンクリート	<input type="checkbox"/> (II)破損、部分的な欠損 <input type="checkbox"/> (II)数mm以上・連続したクラック	<input type="checkbox"/> 良好	
	遊離石灰 錆・腐食	<input type="checkbox"/> (III)有り <input type="checkbox"/> (III)有り	<input type="checkbox"/> 良好 <input type="checkbox"/> 良好	
支圧板	浮き、変状、錆	<input type="checkbox"/> (II)有り	<input type="checkbox"/> 良好	<input type="checkbox"/> 埋設のため点検不可
	水、泥水の浸み出し	<input type="checkbox"/> (III)有り	<input type="checkbox"/> 良好	<input type="checkbox"/> 埋設のため点検不可
	錆汁	<input type="checkbox"/> (III)有り	<input type="checkbox"/> 良好	<input type="checkbox"/> 埋設のため点検不可
	遊離石灰	<input type="checkbox"/> (III)内部からの浸み出し	<input type="checkbox"/> 良好	<input type="checkbox"/> 埋設のため点検不可
	防錆材	<input type="checkbox"/> (II)色相：赤褐色	<input type="checkbox"/> (III)内部からの浸み出し <input type="checkbox"/> (III)色相：白濁食、黒色	<input type="checkbox"/> 良好 <input type="checkbox"/> 埋設のため点検不可
<input type="checkbox"/> 頭部キャップ <sup>2)</sup>	破損、変形等	<input type="checkbox"/> (II)破損、変形、劣化	<input type="checkbox"/> 良好	
	材料劣化	<input type="checkbox"/> (II)材料劣化、腐食	<input type="checkbox"/> 良好	
	固定方法・状況	<input type="checkbox"/> (III)ボルトの破壊・腐食	<input type="checkbox"/> 良好	
	水、泥水の浸入	<input type="checkbox"/> (III)有り	<input type="checkbox"/> 良好	
	錆汁	<input type="checkbox"/> (III)有り	<input type="checkbox"/> 良好	
	防錆材	<input type="checkbox"/> (II)色相：赤褐色 <input type="checkbox"/> 良好	<input type="checkbox"/> (III)内部からの浸み出し	<input type="checkbox"/> (III)色相：白濁色、黒色

- 1) 残存引張り力の評価は、設計アンカー力と定着時荷重の関係で異なることから、堤体・岩盤補強用アンカーの場合は、「4.5.1. 詳細調査の必要性」を、ゲート固定用アンカーの場合は、「5.5.1. 詳細調査の必要性」を参考とし修正する。
- 2) 頭部キャップと頭部コンクリートは頭部処理方法に応じてどちらかを点検する。

点検日		点検者		天候	
-----	--	-----	--	----	--

点検記録簿（定期点検） 2 / 3

点検箇所	
------	--

【外観調査 2 / 2】

□ 頭部コンクリート <sup>2)</sup>	破損、変形等	<input type="checkbox"/> (I)破損、落下	<input type="checkbox"/> (II)変形	<input type="checkbox"/> 良好
	浮き上がり、剥離	<input type="checkbox"/> (I)浮き上がり、背面・受圧構造物からの剥離	<input type="checkbox"/> 良好	
	劣化、クラック	<input type="checkbox"/> (I)幅1mm以上のクラック	<input type="checkbox"/> (II)劣化、幅1mm以下のクラック	<input type="checkbox"/> 良好
	水、泥水の浸入	<input type="checkbox"/> (II)有り	<input type="checkbox"/> 良好	
	遊離石灰	<input type="checkbox"/> (III)遊離石灰	<input type="checkbox"/> 良好	
周辺状況	地山の変状	<input type="checkbox"/> (I)何らかの異常	<input type="checkbox"/> 良好	
	地山からの湧水	<input type="checkbox"/> (I)何らかの異常	<input type="checkbox"/> 良好	
	周辺構造物の変状等	<input type="checkbox"/> (I)何らかの異常	<input type="checkbox"/> 良好	
	ダム堤体の変状	<input type="checkbox"/> (I)何らかの異常	<input type="checkbox"/> 良好	

- 1) 残存引張り力の評価は、設計アンカー力と定着時荷重の関係で異なることから、堤体・岩盤補強用アンカーの場合は、「4.5.1. 詳細調査の必要性」を、ゲート固定用アンカーの場合は、「5.5.1. 詳細調査の必要性」を参考とし修正する。  
 2) 頭部キャップと頭部コンクリートは頭部処理方法に応じてどちらかを点検する。

【点検結果の評価】

評価	(I)	(II)	(III)	詳細調査の必要性	
該当数				<input type="checkbox"/> 有り	<input type="checkbox"/> 無し

【備考】

(点検時の状況や、上表には記載されない軽微な劣化等)


点検日		点検者		天候	
-----	--	-----	--	----	--

点検記録簿（定期点検） 3 / 3

点検箇所	
------	--

【位置図、写真】		
位置図（対象アンカーの位置が分かるもの）	アンカー設置状況	
点検状況	点検状況	
点検状況	点検状況	
点検日	点検者	天候

## 2.5. 詳細調査記録簿の様式例（頭部詳細調査）

詳細調査記録簿（頭部詳細調査） 1 / 3

点検箇所	
------	--

【アンカー諸元】			
アンカーNo.		削孔径	
施工年		アンカー傾角	
工法名		アンカー水平角	
施工本数		頭部処理方法	
施工延長		定着方法	
テンドン諸元		受圧構造物	
許容アンカー力		旧タイプ使用	<input type="checkbox"/> 有り・ <input type="checkbox"/> 無し
設計アンカー力		自由長部防食方法	
定着時緊張力		定着部防食方法	
アンカー体長		地盤環境	<input type="checkbox"/> 腐食しやすい環境・ <input type="checkbox"/> 良好
アンカー長		地盤条件	<input type="checkbox"/> 劣化・風化しやすい・ <input type="checkbox"/> 良好
フルボンド型使用	<input type="checkbox"/> アンボンド型・ <input type="checkbox"/> ボンド型	荷重計設置	<input type="checkbox"/> 有り・ <input type="checkbox"/> 無し

【頭部詳細調査】				
アンカー	飛び出し	<input type="checkbox"/> 有り	<input type="checkbox"/> 良好	
	残存引張り力 <sup>1)</sup>	<input type="checkbox"/> 許容アンカー力以上 <input type="checkbox"/> 定着時緊張力の0.6倍以下	<input type="checkbox"/> 定着時緊張力以上・許容アンカー力未満 <input type="checkbox"/> 定着時緊張力の0.6倍を超え、定着時緊張力の0.9倍以下	<input type="checkbox"/> 左記以外（良好） <input type="checkbox"/> 計器無し
	PC鋼線の状態	<input type="checkbox"/> 錆	<input type="checkbox"/> 断面欠損	<input type="checkbox"/> 良好
受圧構造物	破損、変形、落下	<input type="checkbox"/> 破損、変形、劣化	<input type="checkbox"/> 良好	
	沈下	<input type="checkbox"/> 目地の開き、ズレ、沈下	<input type="checkbox"/> 良好	
	コンクリート	<input type="checkbox"/> 破損、部分的な欠損	<input type="checkbox"/> 数mm以上・連続したクラック	<input type="checkbox"/> 良好
	遊離石灰	<input type="checkbox"/> 有り	<input type="checkbox"/> 良好	
	錆・腐食	<input type="checkbox"/> 有り（ mm程度）	<input type="checkbox"/> 良好	
支圧板	背面地山からの浮き	<input type="checkbox"/> 有り	<input type="checkbox"/> 良好	
	浮き、変状、錆	<input type="checkbox"/> 有り	<input type="checkbox"/> 良好	
	水、泥水の浸み出し	<input type="checkbox"/> 有り	<input type="checkbox"/> 良好	
	錆汁	<input type="checkbox"/> 有り	<input type="checkbox"/> 良好	
	遊離石灰	<input type="checkbox"/> 有り	<input type="checkbox"/> 良好	
	防錆材	<input type="checkbox"/> 内部からの浸み出し <input type="checkbox"/> 良好	<input type="checkbox"/> 色相：赤褐色	<input type="checkbox"/> 色相：白濁色、黒色
□頭部キャップ <sup>2)</sup>	固定状況	<input type="checkbox"/> ゆるみ	<input type="checkbox"/> 良好	
	破損、変形、劣化	<input type="checkbox"/> 破損、変形、劣化	<input type="checkbox"/> 良好	
	材料劣化	<input type="checkbox"/> 材料劣化、腐食	<input type="checkbox"/> 良好	
	固定状況	<input type="checkbox"/> ボルトの破壊・腐食	<input type="checkbox"/> 良好	
	水、泥水の浸入	<input type="checkbox"/> 有り	<input type="checkbox"/> 良好	
	錆汁	<input type="checkbox"/> 有り	<input type="checkbox"/> 良好	
	防錆材	<input type="checkbox"/> 内部からの浸み出し <input type="checkbox"/> 流出	<input type="checkbox"/> 色相：赤褐色 <input type="checkbox"/> 耐水	<input type="checkbox"/> 色相：白濁色、黒色 <input type="checkbox"/> 良好
止水ゴム	<input type="checkbox"/> 劣化	<input type="checkbox"/> 良好		

- 1) 残存引張り力の評価は、設計アンカー力と定着時荷重の関係で異なることから、堤体・岩盤補強用アンカーの場合は、「4.5.1. 詳細調査の必要性」を、ゲート固定用アンカーの場合は、「5.5.1. 詳細調査の必要性」を参考とし修正する。
- 2) 頭部キャップと頭部コンクリートは頭部処理方法に応じてどちらかを点検する。

点検日		点検者		天候	
-----	--	-----	--	----	--

詳細調査記録簿（頭部詳細調査） 2 / 3

点検箇所	
------	--

【頭部詳細調査】				
□ 頭部コンクリート <sup>2)</sup>	破損、変形、劣化	<input type="checkbox"/> 破損、落下	<input type="checkbox"/> 変形	<input type="checkbox"/> 良好・設置されていない
	浮き上がり、剥離	<input type="checkbox"/> 浮き上がり、背面・受圧構造物からの剥離	<input type="checkbox"/> 良好・設置されていない	
	劣化、クラック	<input type="checkbox"/> 幅1mm以上のクラック	<input type="checkbox"/> 劣化、幅1mm以下のクラック	<input type="checkbox"/> 良好・設置されていない
	水、泥水の浸入	<input type="checkbox"/> 有り	<input type="checkbox"/> 良好・設置されていない	
	遊離石灰	<input type="checkbox"/> 遊離石灰	<input type="checkbox"/> 良好・設置されていない	
周辺状況	湧水	<input type="checkbox"/> 何らかの異常	<input type="checkbox"/> 良好	
	地山の変状	<input type="checkbox"/> 何らかの異常	<input type="checkbox"/> 良好	
	ダム堤体の変状	<input type="checkbox"/> 何らかの異常	<input type="checkbox"/> 良好	
	周辺構造物の変状・沈下	<input type="checkbox"/> 何らかの異常	<input type="checkbox"/> 良好	

- 1) 残存引張り力の評価は、設計アンカー力と定着時荷重の関係で異なることから、堤体・岩盤補強用アンカーの場合は、「4.5.1. 詳細調査の必要性」を、ゲート固定用アンカーの場合は、「5.5.1. 詳細調査の必要性」を参考とし修正する。
- 2) 頭部キャップと頭部コンクリートは頭部処理方法に応じてどちらかを点検する。

【備考】	
(点検時の状況や、上表には記載されない軽微な劣化等)	

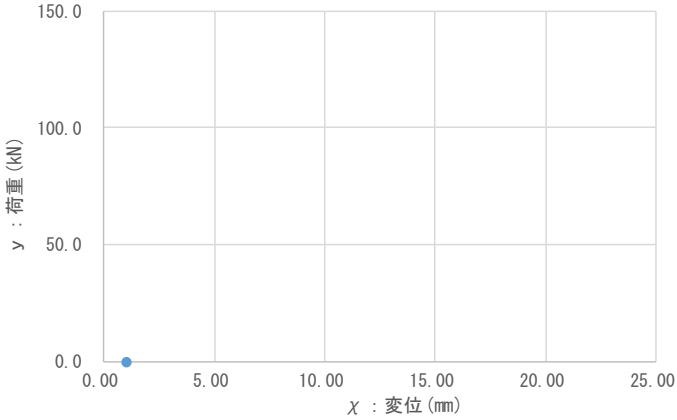
点検日		点検者		天候	
-----	--	-----	--	----	--



点検箇所	
------	--

【位置図、写真】		
位置図（対象アンカーの位置が分かるもの）	アンカー設置状況	
調査状況	調査状況	
調査状況	調査状況	
点検日	点検者	天候

## 2.6. 詳細調査における試験結果記録簿の様式例（リフトオフ試験）

リフトオフ試験結果記録簿	点検箇所																																													
<b>【リフトオフ試験】</b>																																														
(アンカー諸元)																																														
アンカー No.	アンカー自由長																																													
工法名	アンカー体長																																													
鋼材断面積	設計アンカー力																																													
定着時荷重																																														
(リフトオフ試験結果)																																														
リフトオフ前																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">油圧 (MPa)</th> <th style="width: 30%;">荷重 (kN)</th> <th style="width: 40%;">変位 (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>		油圧 (MPa)	荷重 (kN)	変位 (mm)																																										
油圧 (MPa)		荷重 (kN)	変位 (mm)																																											
(近似式   リフトオフ前)	$y = \quad \quad \quad x +$																																													
リフトオフ後																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">油圧 (MPa)</th> <th style="width: 30%;">荷重 (kN)</th> <th style="width: 40%;">変位 (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>		油圧 (MPa)	荷重 (kN)	変位 (mm)																																										
油圧 (MPa)		荷重 (kN)	変位 (mm)																																											
(近似式   リフトオフ後)	$y = \quad \quad \quad x +$																																													
(リフトオフ荷重)	$y = \quad \quad \quad \text{kN}$																																													
(備考)	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>																																													
点検日	点検者																																													
	天候																																													

-----  
国土技術政策総合研究所資料  
TECHNICAL NOTE of N I L I M  
No. 968                      March 2017

編集・発行 ©国土技術政策総合研究所

-----  
本資料の転載・複写の問い合わせは  
305-0804 茨城県つくば市旭1番地  
企画部研究評価・推進課    TEL 029-864-2675