

---

# 横山ダム貯水池測量マニュアル(案)

---

令和5年5月

第7版

国土交通省 中部地方整備局  
木曾川水系ダム統合管理事務所

## 横山ダム貯水池測量マニュアル（案）の目的

横山ダム貯水池は、脆弱な地質が多くみられ、年間降雨量が 3,000 mm に達する多雨地帯の揖斐川上流域に位置しており、計画を超える大量の土砂が貯水池に流れ込んでいる。このため、平成 2 年 4 月から平成 23 年 3 月にかけて再開発事業の実施により、貯水池の容量回復や貯砂ダムの整備、かんがい容量の徳山ダムへの振り替えによる防災操作容量の増量を行っている。

昭和 39 年 10 月のダム運用開始から 50 年以上が経過し、貯水池へ流れ込む揖斐川上流部には徳山ダムが建設され連携運用が行われており、ダム貯水池を取り巻く環境は大きく変化している。

また近年では、局所的な集中豪雨が頻発し、異常気象ともいえる不安定な気象状況に対するダムの洪水調節機能や渇水時の水資源確保等、治水・利水機能の重要度が増しており、ダム貯水池の適切な運用管理を行うため、貯水池内の地形形状の変化や貯水容量及び堆砂量の正確な把握が重要度を増している。

これまで横山ダム貯水池では、シングルビーム測深や河川横断測量により、貯水容量及び堆砂量の把握が継続して行われてきたが、近年の測量技術革新により航空レーザ測量やナローマルチビーム測深といった三次元測量技術の導入により、貯水池内の地形を三次元的に取得して、より現実に近い容量の把握が行われている。

しかし、平成 29 年 3 月時点において、ナローマルチビーム測深に関する作業規程は策定されておらず、統一された見解や指針が示されていない。このため、これらの管理は測量計画期間や実施機関に委ねられているのが現状となっている。

横山ダム貯水池測量の実施は、航空レーザ測深測量、河川横断測量、ナローマルチビーム測深等が用いられ、異なる測量手法の成果を複合的に整理して貯水容量や堆砂量の算出を行っているが、貯水位により測量区分毎の実施範囲が大きく変化するため、これに左右されない貯水池測量の実施が重要となる。

ここに、横山ダム貯水池測量の統一した見解のもと、様々な要因により生ずる誤差の発生を極力抑え、ダム貯水池の良質なデータを取得し、一貫した測量成果作成が実施されることを目的とした、横山ダム貯水池測量マニュアル（案）を示し作業上の指針を整理する。

今後の貯水池測量は、本マニュアルに従い作業を実施することを基本とするが、記載の内容は恒久的なものではなく、経験や測深技術の進歩、ダム貯水池の地形特性等を踏まえ、必要に応じ適宜改訂を行っていくものとする。

令和 5 年 5 月

第 1 版	平成 29 年 3 月	作成
第 2 版	平成 30 年 2 月	改訂
第 3 版	平成 31 年 2 月	改訂
第 4 版	令和 2 年 3 月	改訂
第 5 版	令和 3 年 2 月	改訂
第 6 版	令和 4 年 2 月	改訂
第 7 版	令和 5 年 5 月	改訂

# 横山ダム貯水池測量マニュアル（案）

## 目 次

### 横山ダム貯水池測量マニュアル（案）の目的

#### 第Ⅰ編 共通編

1. 適用範囲.....	1
2. 引用する基準類および参考文献.....	1
3. 堆砂測量の流れ.....	2
4. 測量実施区分.....	3
5. 作業計画.....	4
6. 現地踏査.....	4

#### 第Ⅱ編 航空レーザ測量編

1. 計測準備.....	5
2. 精度管理.....	6

#### 第Ⅲ編 ナローマルチビーム測深編

1. 測深準備.....	7
1.1. ナローマルチビーム測深機の選定.....	7
1.2. 貯水位の確認.....	7
1.3. 艀装.....	7
1.4. バイアスの測定（パッチテスト）.....	8
1.5. 水中音速度の測定.....	8
1.6. 絶対水深の確認.....	8
2. 測深作業.....	9
3. 精度管理.....	10

#### 第Ⅳ編 貯水池補備測量編

1. 計測準備.....	11
2. 精度管理.....	11

#### 第Ⅴ編 解析作業編

1. 航空レーザ測量データ解析.....	12
2. ナローマルチビーム深浅データ解析.....	12
2.1. 統合処理解析.....	12
2.2. フィルタリング処理.....	12
3. メッシュデータ作成.....	13
4. データ合成.....	13

#### 第Ⅵ編 河川定期横断測量編

1. 計測準備.....	15
--------------	----

## 第Ⅶ編 計算編

1. 貯水容量計算 .....	18
2. メッシュスライス法の概念 .....	19
3. 計算書様式 .....	20
4. 計算書の構成と作成手順 .....	20

# 第 I 編 共通編

## 1. 適用範囲

横山ダム貯水池測量マニュアル（案）（以下、本マニュアル）は、国土交通省 中部地方整備局 木曾川水系ダム統合管理事務所が管理する横山ダムの貯水池量業務において、統一的な解釈のもと一貫した計測及び成果作成が行われることを目的として作業上の指針を示したものである。

本ガイドラインは、契約の履行を拘束するものではなく、業務遂行において相違が生じた場合には、受注者は、監督職員に確認をして指示を受けなければならない。

## 2. 引用する基準類および参考文献

横山ダム貯水池測量業務の実施は、特記仕様書に示す事項の他、以下の図書・基準類に準じて作業を実施するものとする。

- ・ 測量業務共通仕様書

(国土交通省中部地方整備局)

- ・ 国土交通省公共測量作業規程

(国土交通省国土地理院)

- ・ ダムの堆砂状況調査要領（案）（ダムの管理例規集）

一般財団法人 水源地環境センター（令和3年度版）

- ・ 河川定期縦横断測量業務 実施要領・同解説

(国土交通省 水管理・国土保全局)

### 3. 堆砂測量の流れ

横山ダム貯水池測量業務は、本マニュアルに従い以下のフローにより行うことを基本とする。

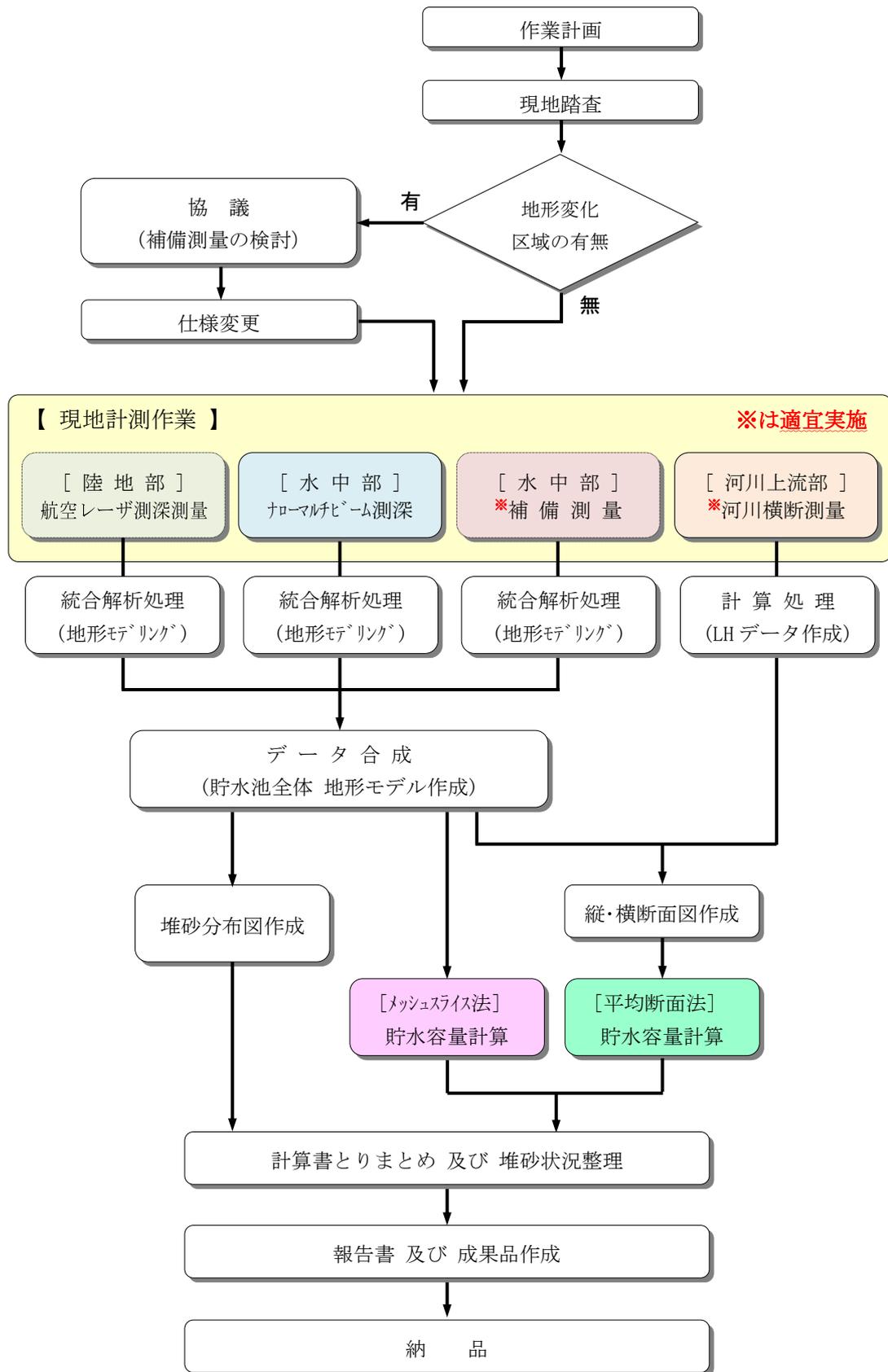


図 1 貯水池測量実施フロー図

#### 4. 測量実施区分

横山ダム貯水池は、貯水位の変動により測量区分ごとの範囲が大きく変化するため、想定水位をEL185m※1として、三次元地形データの取得範囲を【図2】の測量範囲に区分する。

なお、航空レーザ測深測量の範囲外における陸地部の地形は、前年度成果の複写とする。

測量実施時の状況にあわせて以下の事項に留意し、未計測域が発生しないよう測量実施範囲について監督職員と適宜協議を行うものとする。

※1 実績に基づき設定した水位であり、更なる実績の蓄積等により適宜変更することも可能。

##### 【留意事項】

- ① 航空レーザ測深測量による全域計測は5年に1回程度、または、大きな地形改変があった際に適宜実施する。
- ② 航空レーザ測深測量及びナローマルチビーム測深で三次元地形データを取得できない欠測範囲が生じた場合には、三次元地形データの取得範囲である揖斐川 No.27 まで及び坂内川 No.7 までを貯水池補備測量の実施により、三次元地形データの取得が行えるよう、測量手法と共に提案する。

ただし、貯水容量及び堆砂量の算出に影響が無いと判断される場合は、この限りではない。

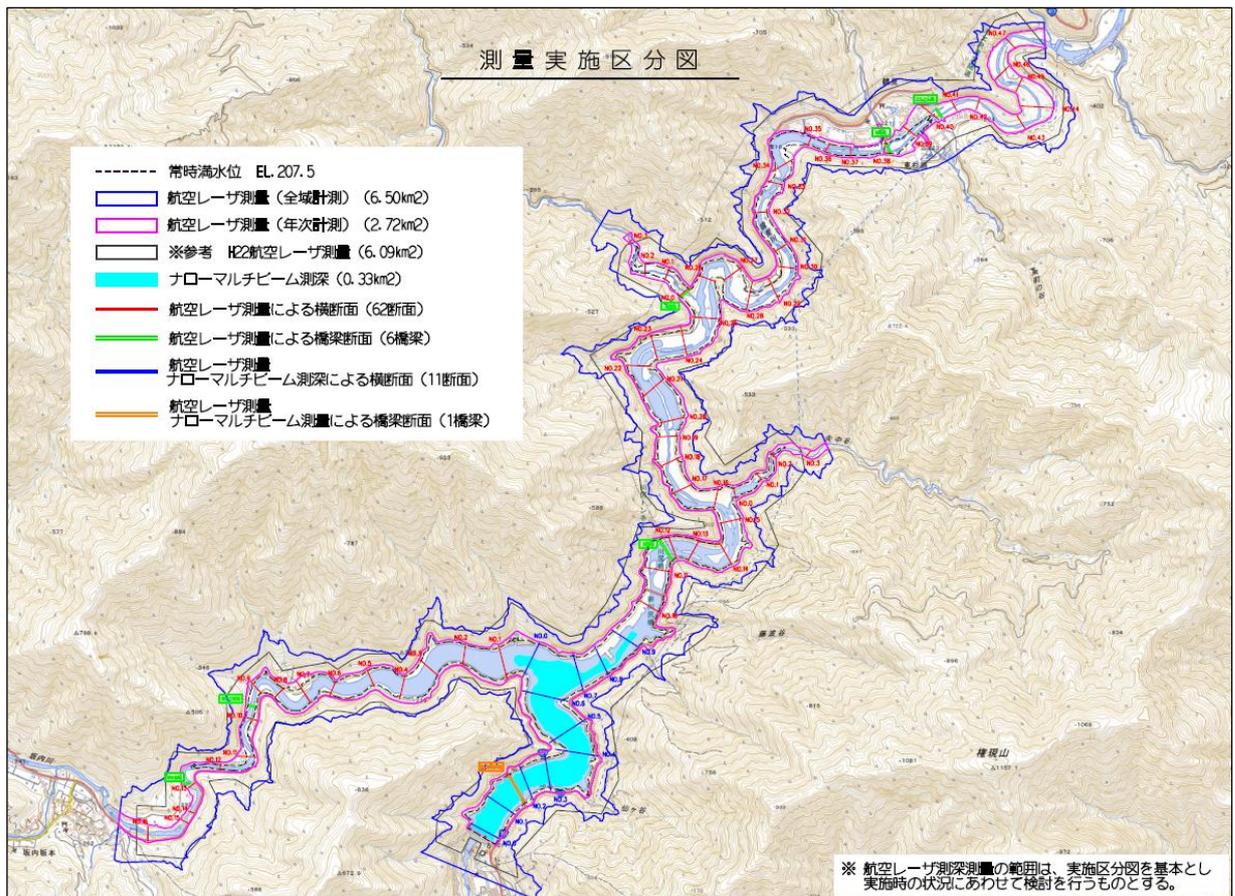


図2 測量実施区分図 (※巻末資料参照)

表 1 測量実施区分

測量区分	実施範囲	数量
【全域計測実施時】 航空レーザ測深測量 ※5年毎	横断測線を包括する標高300m以下で貯水池を包括する範囲を基本とし、実施時の状況にあわせて適宜検討を行うものとする。	6.50 km <sup>2</sup>
【年次計測】 航空レーザ測深測量	横断測線を包括する範囲を基本とし、実施時の状況にあわせて適宜検討を行うものとする。	2.72 km <sup>2</sup>
ナローマルチビーム測深	揖斐川 堤体～No.9 付近 坂内川 No.0 付近	0.33 km <sup>2</sup>
河川定期横断測量	※航空レーザ測深測量のデータ取得状況に応じて協議	
貯水池補備測量	※航空レーザ測深測量及びナローマルチビーム測深のデータ取得状況に応じて協議	

※ただし、想定水位 EL185m の場合

## 5. 作業計画

堆砂測量業務の実施にあたり、業務目的を十分に理解した上で以下の事柄に留意して、業務の計画を立案し、計画書に取りまとめる。

### 【留意事項】

- ① 特記仕様書に示す事項の理解を深め、業務計画書を立案する。
- ② 既存成果や関係資料を収集整理し、堆砂状況や経年変化についての経緯を把握する。
- ③ 現場条件を考慮し、無理のない作業工程および人員配置計画を立案する。
- ④ 十分な安全管理計画を立案し、体制および対策を整える。
- ⑤ 貯水位の運用が毎年変わるため、監督職員に作業年度の貯水位運用計画を確認する。
- ⑥ 貯水池測量は、「貯水位データ」を標高基準として計画し標高整合を図ること。

## 6. 現地踏査

現地計測作業の実施にあたり、以下の事項について確認を行う。

### 【留意事項】

- ① 現地計測にあたり、現場全体の状況把握を行う。
- ② 測量の実施にあたり、使用する基準点の位置および現況を確認する。
- ③ 貯水容量や堆砂量の算出に影響を与える著しい地形改変箇所の有無を確認する。
- ④ その他必要と判断される事項についての確認を行う。
- ⑤ 測量の実施にあたり、立入許可が必要な箇所の確認を行う。

【揖斐川上流右岸道路（揖斐川町藤橋振興所 TEL：0585-52-2111）】

【矢中谷 No.3 右岸（イビデン本社 エネルギー統括部 TEL：0584-81-3125）】

測量に使用する各標高基準と貯水位データとの整合確認を行う。

## 第Ⅱ編 航空レーザー測深測量編

### 1. 計測準備

横山ダム貯水池測量業務では、陸地部及び水中部の地形測量に航空レーザー測深測量を用いて貯水池内の三次元地形データを取得し管理している。

航空レーザー測深測量の実施にあたっては、公共測量作業規程に従うほか、以下の事項について留意する。

#### 【留意事項】

- ① 航空レーザー測深測量及びナローマルチビーム測深は、両者のデータ取得範囲を重複させ、未計測域の発生を防ぐ。
- ② 横山ダム貯水池周辺では、回転翼航空機を使用した物輸作業などが行われている可能性がある。航空レーザー測深測量実施にあたり、これら航空トラフィックの状況を十分に確認した上で計測作業にあたる。
- ③ 航空レーザー測深測量で取得された地形データを更新する場合においては、調整用基準点との標高値を確認の上、較差が精度許容基準内であったとしても調整計算(オフセット)を実施し、標高基準を統一した三次元地形モデルの構築を行う。

#### 【検討事項】

- ・航空レーザー測深測量実施範囲は、取得した航空レーザーデータの利活用のため、「標高 300m 以下で貯水池を包括する範囲」とすること【P3 図 2 参照】。
- ・航空レーザー測深測量による全域計測は 5 年に 1 回程度、または、大きな地形改変があった際に適宜実施する。

<横山ダム貯水池周辺における航空レーザー測量の実施履歴>

※2010 年以降を記載

実施時期	計測密度	業務名	実施面積	備考
2010 年 11 月	1.0m	平成 22 年度横山ダム貯水池測量業務	6.09 km <sup>2</sup>	
2017 年 11 月	0.5m	平成 29 年度横山ダム貯水池測量業務	6.50 km <sup>2</sup>	グリーンレーザー計測採用
2020 年 12 月	0.5m	令和元年度横山ダム貯水池測量業務	1.46 km <sup>2</sup>	グリーンレーザー計測採用 (貯水池補備測量として実施)
2021 年 11 月	0.5m	令和 2 年度横山ダム貯水池測量業務	3.08 km <sup>2</sup>	グリーンレーザー計測採用 陸域：0.5m 水域：1.0m
2022 年 11 月	0.5m	令和 4 年度横山ダム貯水池測量業務	6.50 km <sup>2</sup>	航空レーザー測深測量 陸域：0.5m 水域：1.0m

## 2. 精度管理

航空レーザ測深測量は、取得データの有効活用のため「地図情報レベル 500」を満たす精度とする。  
なお、精度管理項目は公共測量作業規程に従うほか、ダム貯水位データとの整合点検を実施する。

### 【留意事項】

- ① 公共測量作業規程では、航空レーザ測深測量の標高精度管理は、近傍の水準点との整合確認となっているが、貯水池測量においては、ダム運用管理の基準となる貯水位データとの標高整合が重要となる。
- ② 貯水池測量において、他の測量手法を用いて取得した地形データと合成を図る際には、データ取得の重複区間における標高整合確認を行う。
- ③ 貯水位データとの整合を図り、総合的に検討を行った上で、標高調整が必要となる場合には、一律シフトの標高オフセットを行い、その詳細を明らかにして監督職員に報告するものとする。

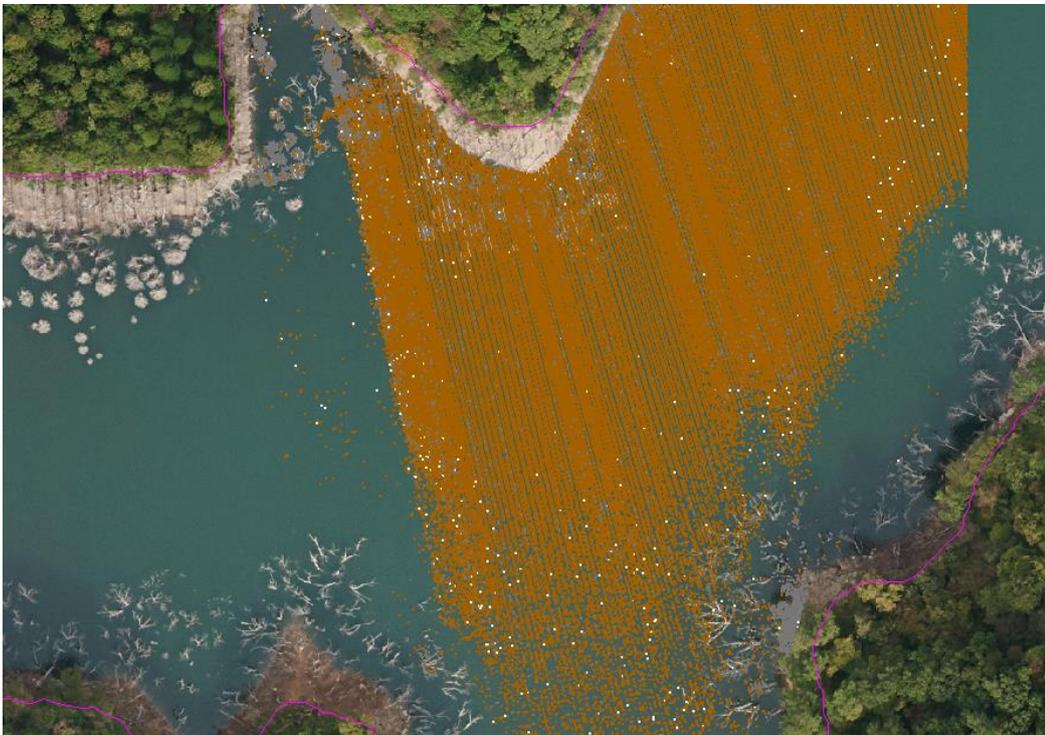


図 3 航空レーザ測深測量により取得した水面データの例

## 第Ⅲ編 ナローマルチビーム測深編

### 1. 測深準備

ナローマルチビーム測深の実施にあたり、以下の事項に留意し測深作業を実施すること。

#### 1.1. ナローマルチビーム測深機の選定

ナローマルチビーム測深は、音響測深機をはじめとして動揺計や GNSS 測量機など複数の計測機器により構成された測深システムとなっている。横山ダム貯水池測量では、下表に示す性能以上の機器を使用して測深作業を行うものとする。

表 2 ナローマルチビーム測深機の性能（水深 150m 以浅）  
【クロスファンビーム方式】

項 目	性 能
発振周波数	10～500 kHz
レンジ分解能	5 cm 以下
スワ幅	90 度以上
測深ビーム幅	1.5 度以下 × 1.5 度以下
仮定音速度	1500 m/s

#### 1.2. 貯水位の確認

ダム貯水池における深浅測量では、貯水位データをもとにデータ解析が行われている。

ナローマルチビーム測深の解析には、横山ダム管理支所で管理する貯水位データ（10 分毎）を用いる。

#### 1.3. 艀装

ナローマルチビーム音響測深システムは、各種計測機器の集合体となっており、全ての機器が正常かつ適正に作動することで取得する測深データが有効となる。

作業船への艀装によって生じる取付誤差が精度面に大きく影響を与えるため、以下に留意して艀装を行う。

##### 【留意事項】

- ① 計測機器の取付けは、計測中に緩むことのないよう適正な位置・方法で取付けなければならない。
- ② 作業船と各計測機器の相対的な取付位置(オフセット量)を測定し、相互の配置関係の整合を図る。
- ③ 喫水の測定は、日々の計測開始前及び積載条件が変わる度に測定し、ロール・ピッチとも 0 に近い状態で測定する。
- ④ 喫水やオフセット量の差異は、最終データの精度に影響を及ぼすため、正確に計測し記録する。
- ⑤ 各計測機器の接続および通信設定を行い、配置関係に関するオフセット量を測深管理・制御 PC に正確に入力する。

#### 1.4. バイアスの測定（パッチテスト）

測深システムとして艀装した各送受波器のバイアスの測定は、使用する測深機のメーカー推奨の方法により実施することが望ましいが、以下の事項に留意して実施する。

##### 【留意事項】

- ① パッチテストは、日々の計測前に実施することを基本とするが、計測機器の再調整や取付位置を変更した場合には、その都度実施する。
- ② 送受波器が船底に装備または、動揺計、ソナーが一体化されたシステム構成の場合は、日々のパッチテストの実施を事前に確認した機器点検の記録に置き換えることができる。

#### 1.5. 水中音速度の測定

ナローマルチビーム測深では、ソナーヘッドから発射された音響ビームが湖底に反射して戻ってくるまでの時間から測深距離を算出しているため、測深データは水中音速度に大きく影響されることになる。水中音速度の測定は、以下の点に留意し実施する。

##### 【留意事項】

- ① 水中音速度の測定には、1回/m以上測定可能な機器により測定する。
- ② 水中音速度の測定は1日につき1回以上とし、測深実施日毎における最深部付近にて実施する。
- ③ 音速度の変化は、水圧や水温の変化に起因することから、支流合流部や沢、枝谷からの流入部においては音速度の変化が想定される。したがって、測深区域を分けた音速度測定を適宜行うことが望ましい。

#### 1.6. 絶対水深の確認

ナローマルチビーム測深による測定水深の精度確保や測深時の入力設定エラーを防止するため、絶対水深による測深データの確認を行う。

絶対水深の確認は、ソナー直下において所定的水深にバーチェック板または、これに代わるものを沈め、静止させた状態で音響ビームを照射させて行う。取得した測深データ（ソナーデータ）に音速補正を行うことで、バーチェック版までの水深を求め、ソナー喫水距離を加算して水面からの距離を算出し、絶対水深との比較を行う。絶対水深の確認は、以下に留意して実施する。

##### 【留意事項】

- ① 絶対水深の確認は、測深実施日につき1回または、測深機器の艀装変更につき1回行う。
- ② 波の影響を受ける場所を避け、作業船およびソナーヘッドの動揺ができるだけ少ない状態で静止して行う。
- ③ 測定記録は、点検記録簿にまとめて報告書に記載する。ただし、様式は定めない。

## 2. 測深作業

ナローマルチビーム測深作業は、複数の計測機器による集合体で構成される測深システムにより実施されることから、様々な要因により引き起こされる精度低下が懸念される。

精度の高い良質な測深データ取得を実施するため、以下の事項に留意して測深作業を実施する。

### 【留意事項】

- ① 日々の測深作業開始前には、作業船の始業前点検に加え、システム機器類の取付け位置を確認し、入力値の確認を記録する。
- ② 測深作業中は、均一な測深データの取得のため、船体を揺らさない直線的な航行に留意し、旋回しながらの測深を避ける。
- ③ 湖底面への音響ビームの鋭角な照射は、測深精度の低下につながるため、水際法面部等の計測には、ソナーを斜めに艤装した斜め測深を用いるなどの対応が望ましい。
- ④ 船位（水平位置）測定に利用される GNSS 測量機の精度は、衛星の配置状況や捕獲数等に影響されることから、樹木や急崖地に遮られた場所では、あらかじめ衛星飛来予測により受信条件が良好となる時間帯を確認し、測深作業に臨む。
- ⑤ 正確な貯水容量算出のため、測位精度が求められるダム貯水池深浅測量では、DGNSS 測位は不適切であるため使用しない。
- ⑥ 水深が 2m 以下の浅瀬部における計測は、安全面や精度面での懸念があるため、細心の注意を払い無理な測深は行わないよう留意する。

### 3. 精度管理

ナローマルチビーム測深に関しては、公共測量作業規程に精度管理の手法が明記されていない。

貯水容量及び堆砂量を正確に把握するためには、条件の違いによる誤差を抑え、一貫した精度管理のもとで均質なデータを継続的に取得することが重要となる。

測深データの品質を確保するため、以下に示す精度管理を実施し報告書に取りまとめるものとする。

表 3 ナローマルチビーム測深における精度管理方法及び許容精度

精度管理項目	管理方法	測定時期及び頻度	許容精度	摘要参考文献
GNSS 基準局の精度確認	基準局設置に使用する既知基準点について、静止観測による点検観測を実施し、基準点の精度確認を実施する。	測深作業前	0.10 m 以内	—
水中音速度の測定	測深実施日の毎に 1 回以上測定し、測定箇所は当該日の最深箇所付近とする。	測深実施日 1 日につき 1 回以上		
絶対水深の確認	絶対水深の確認は、水面から実測により垂らしたバーチェック板をソナー直下に沈め、静止させた状態で音響ビームを照射させて行う。 音速補正した測深データにより、水面からバーチェック板までの水深を求め、絶対水深との比較を行う。	測深実施日 1 日につき 1 回 または、艀装変更につき 1 回	$\pm(10+h/100)$ h : 深さ(cm)	河川定期縦横断測量業務 実施要領・同解説 第 6 章 6.1 を準用
点検測量による取得データの精度確認	点検測量範囲を設定し、本計測と同様に測深を行う。 これにより得られた測深データの解析を行い、1m のメッシュデータを作成し、本計測においてメッシュ化したデータから、点検測量を実施した同座標位置を抽出し、標高較差による点検を行う。	測深作業終了後 実施範囲の 2%	$\pm(10+h/100)$ h : 深さ(cm)	河川定期縦横断測量業務 実施要領・同解説 第 6 章 6.1 を準用
標高整合点検	標高精度は、貯水容量及び堆砂量の算出に大きく影響するため、過年度成果データとの比較により、標高整合の点検を行う。 標高整合の点検は、土砂の堆積の影響を受けない水平な箇所を抽出し、1m メッシュ化したデータで過年度成果データと同一座標における標高較差を点検する。	測深作業終了後 1 箇所以上	※1	※1 標高整合点検の較差が大きい場合は、各種補正の再点検を行い、問題が無い場合は、監督職員に報告し、過年度成果との総合的な比較を行った上で、一律シフトの平行移動により、三次元計測データの標高調整を実施するものとする。
欠測率点検	データ密度の点検は欠測率の計算によるものとし、1m メッシュを単位として、水中ノイズを除去したオリジナルデータの欠測の割合を算出するものとする。※2 欠測とは、1 メッシュ内にグラウンドデータが無い場合を指し、欠測率は対象面積に対する欠測の割合を示す。	測深作業終了後	(図郭単位) 15%以下  (全体平均) 5%以下	公共測量作業規程 航空レーザ測深測量 第 595 条 2 項の四を準用  ※2 計算は、国土基本図図郭ごとに行う。

## 第Ⅳ編 貯水池補備測量編

### 1. 計測準備

横山ダム貯水池測量業務では、航空レーザ測深測量とナローマルチビーム測深による地形データの取得を基本としているが、前者では水中の地形データの取得にあたり、計測時の水質状況（濁水等）に左右される可能性があり、後者では水深 2m 以浅での測深精度の低下や作業船の航行ができなくなることから、両者では補いきれない欠測範囲が生じることが懸念される。この欠測範囲の地形データ取得については、状況に応じて貯水池補備測量の実施を適宜検討し、監督職員と協議を行うものとする。

貯水池補備測量は、以下に留意して計画されたい。

#### 【留意事項】

- ① 三次元地形データの取得範囲である揖斐川 No.27 まで及び坂内川 No.7 において、欠測範囲や未計測域が生じる場合には貯水池補備測量の実施により、三次元地形データの取得を行えるよう、測量手法と共に提案する。
- ② 貯水池補備測量の範囲以外で、崩壊地や小規模河川および沢等における著しい地形変化が確認され、堆砂量に影響があると判断される場合には、監督職員との協議により補備測量を実施するものとする。
- ③ その他、現地状況の経年変化を考慮し監督職員との協議により必要と判断された場合には、補備測量を実施するものとする。
- ④ 補備測量は、トータルステーションを用いた単点測量やシングルビームによる深浅測量により実施することを基本とするが、現地状況から判断し適宜最適な方法を提案することが望ましい。
- ⑤ 補備測量の実施にあたり、使用する標高基準は貯水位データとの整合を図るものとする。
- ⑥ 現地状況を確認した上で、貯水容量及び堆砂量の算出に影響が無いと判断される場合は、監督職員と協議の上、補備測量は行わず過年度データの複写により置き替えるものとする。

### 2. 精度管理

貯水池補備測量の実施は、測量手法と共に精度管理方法も提案し、以下の精度を満足すること。

#### 【留意事項】

- ① データ取得密度は各種データ補正後において、5m メッシュに 1 点以上の取得を標準とする。
- ② 計測精度は、採用する測量手法により異なるため、規程やマニュアル等に記載される制限値を満足すること。但し、マニュアル等が発刊されていない場合については、 $\pm(10+h/100)\text{cm}$  h: 深さ(cm) を満足すること。
- ③ 貯水池補備測量による浅瀬部の三次元地形データ取得は、精度面や安全面での課題が多く測量手法の確立がされていないことから、精度確保に留意して新技術の積極的な活用や創意工夫した測量手法の提案が望まれる。



### 3. メッシュデータ作成

フィルタリング処理により得られた、良質なグラウンドデータから TIN (不正三角網: Triangulated Irregular Network) データを作成し、1m 格子間隔の中心の標高値を内挿補間し 1m メッシュの標高データを作成する。メッシュデータを作成するには、以下に留意する。

#### 【留意事項】

- ① メッシュデータは、国土基本図図郭単位で作成する。
- ② メッシュデータの標高単位は、0.01m 単位とする。
- ③ メッシュデータを配点する場合は、図郭境界線上に点が重ならないようにするため、格子間隔の半分をずらした位置に配点する。

### 4. データ合成

横山ダム貯水池の地形モデルは、陸地部及び水面下に航空レーザ測深測量、水面下にナローマルチビーム測深を用いて取得したデータをもとに構成されている。

貯水池測量の実施年度において最新となる地形モデルをもとに、当概年度の測量実施により得られた地形データを以下に留意して合成し、貯水池全体の地形モデルを更新する。

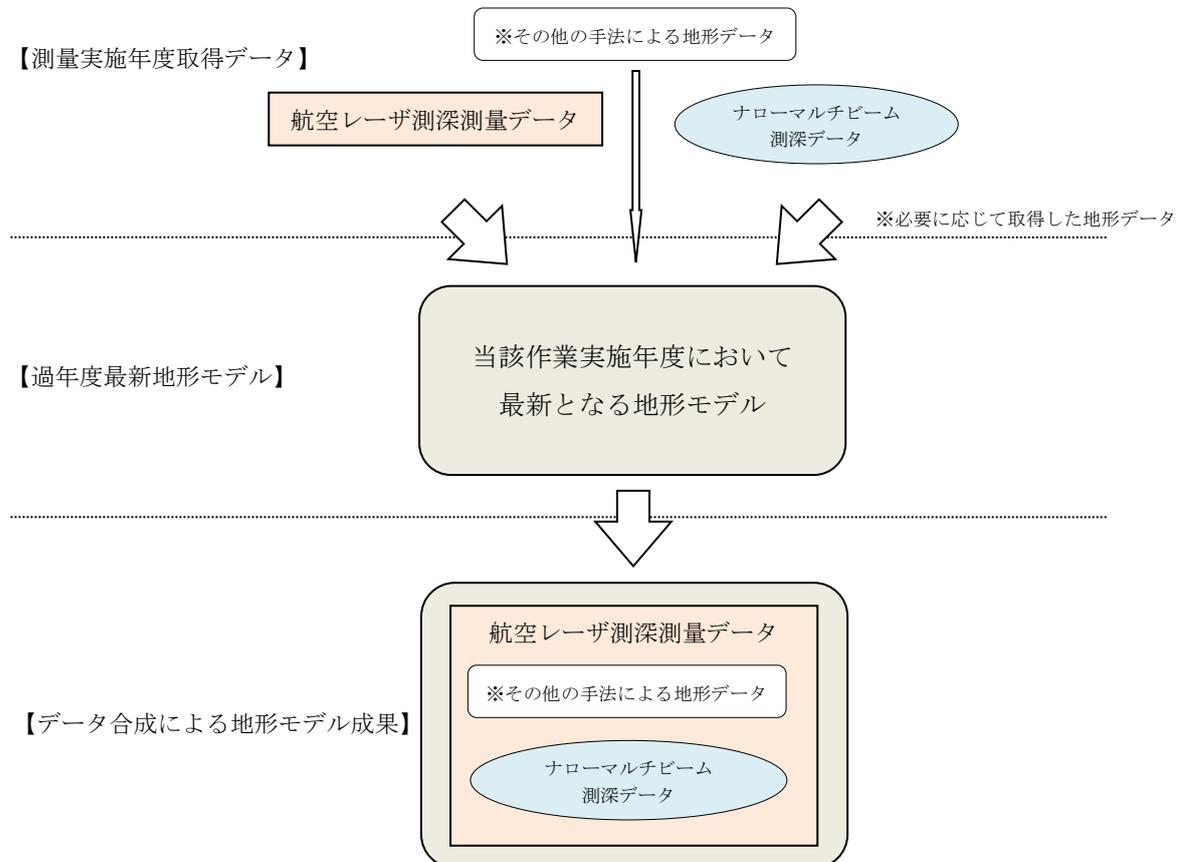


図 4 データ合成の概念図

### 【留意事項】

- ① 作成する貯水池地形モデルは、貯水容量計算及び堆砂量計算の根拠となる重要なデータであることを理解し、データ合成において相互の標高整合を確認し、高品質な地形モデルの作成に留意する。
- ② データ合成の実施に伴い、取得時期および手法の違いから生じる標高較差（誤差）については、原因を調査の上、取得データの見直しを行い適正な処置を講ずる。
- ③ その他、データ合成において不整合が発生した場合や疑義が生じた場合は原因を調査の上、速やかに監督職員に報告する。
- ④ 貯水池周辺（設計範囲外も含む）において、貯水池の運用管理上に影響を与える土砂崩壊等の地形改変が確認された場合には、監督職員と協議し適切な処置を講ずる。

### 【特記事項】

ダム堤体には、選択取水設備やオリフィスゲートが設置されており、凹凸が多い形状となっている。また、選択取水設備には格子状のスクリーンが取り付けられており、ナローマルチビーム測量では、このスクリーンが障害となり、内部の堤体の形状を捉えることは困難な形状となっている。

これらの形状を 1m メッシュの地形モデルで再現することが不可能であり、堤体の地形モデル再現の違いは、貯水容量及び堆砂量計算に影響を及ぼすことになるため、これを編集した「ダム堤体の標準モデル」を作成している。

データ合成を行う際は、この標準モデルを採用し、堤体の形状を変更させてはならない。

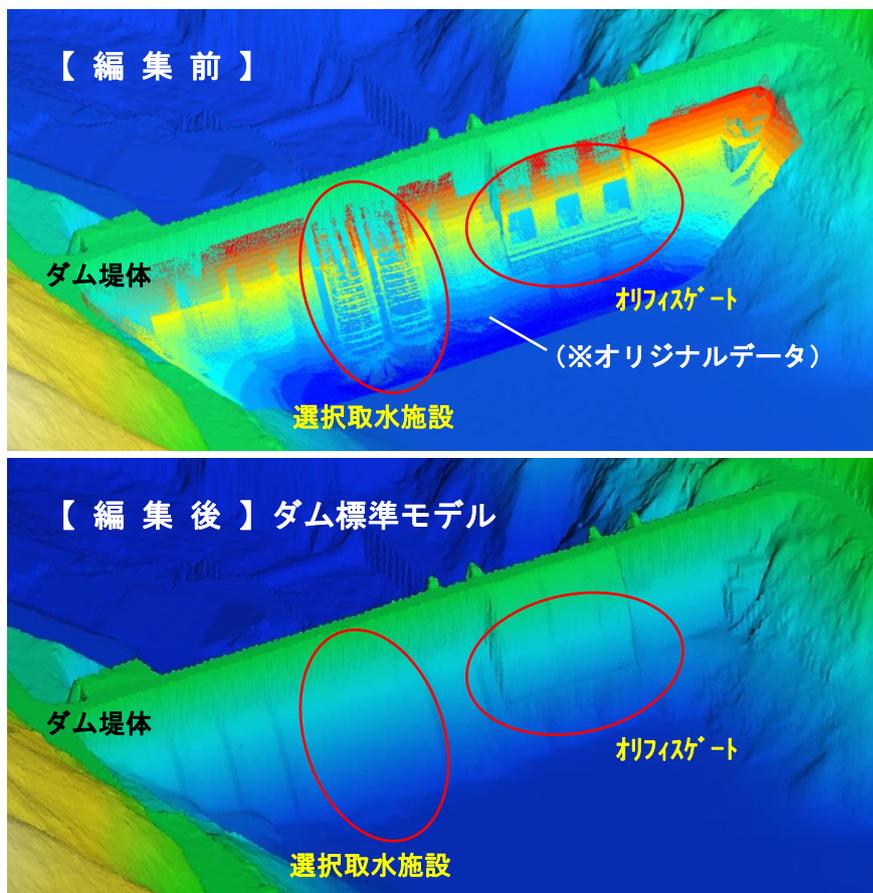


図 5 ダム標準モデルについて

## 第VI編 河川定期横断測量編

### 1. 計測準備

河川定期横断測量は、【第VII編 1.表 5】に示す平均断面法に用いる横断測線上において、航空レーザ測深測量により取得した三次元地形データに欠測が生じた場合には、実施を適宜検討し監督職員と協議を行うものとする。

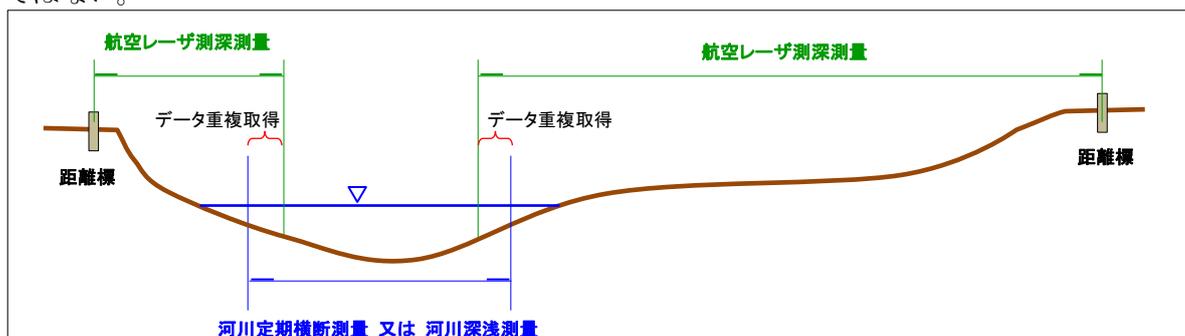
河川定期横断測量実施の際は、欠測範囲を対象に左・右岸にある距離標間をトータルステーション等により観測を行い、断面形状を把握する。

実施にあたっては、公共測量作業規程に従うほか、以下の事項に留意する。

#### 【留意事項】

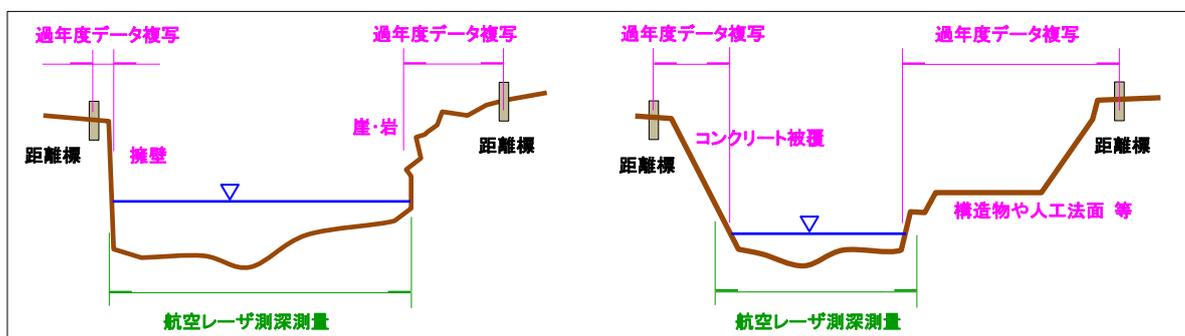
##### ① [ 水部欠測 ]

水部で欠測箇所が生じた場合は、河川定期横断測量又は河川深淺測量により取得したデータを用いるものとする。但し、貯水容量及び堆砂量の算出に影響が無いと判断される場合は、この限りではない。



##### ② [ 陸部欠測 ]

陸部で欠測箇所が生じた場合は、河川定期横断測量により取得したデータを基本とするが、明らかに地形改変が無いと判断される崖・岩部や擁壁等の人工構造物については過年度成果の複写により観測を省略できるものとする。



③ 河川の流速が速く危険と判断される場合には、安全を最優先として無理な観測は行わない。

④ 航空レーザ測深測量で取得した陸部との接合点については、データを重複して取得し、異なる手法の標高整合の確認を行う。

⑤ 貯水池測量で使用する距離標成果は【貯水池測量用】距離標成果を使用すること【注1】。

### 【注1】距離標成果について

距離標成果は、公共基準点を基に標高付与されており、運用開始から50年以上経過している横山ダムの管理標高（貯水位標高）とは約+20cmの較差を持っている。貯水池測量（堆砂測量）を実施する際には、貯水位データとの整合を図るため、この較差を調整した【貯水池測量用】距離標成果を使用することとしている。なお、公共基準点との整合が必要な場合は【公表値】距離標成果を使用する。詳細については、【P17.様式 7-1（別紙）】に記載する。

## 2. 橋梁断面

河川定期横断測量により、貯水池内にある橋梁の左・右岸にある基準点間をトータルステーション等により観測を行い、断面形状を把握するものである。

なお、橋梁断面の左・右岸にある基準点座標は、以下を使用するものとする。

新川尻橋については、落橋に伴い令和2年度業務より橋梁断面から除外する。

表 4 橋梁断面 左右岸の基準点座標 一覧

橋 梁 名	左岸 X 座標	左岸 Y 座標	右岸 X 座標	右岸 Y 座標
① 奥いび湖橋大橋	-44694.569	-64129.791	-44487.949	-64249.573
② 川尻橋	-43017.324	-63110.606	-42856.407	-63213.495
③ 杉原橋	-40193.715	-61622.779	-40114.930	-61646.816
④ どんどん橋	-39949.223	-61259.992	-39856.438	-61323.863
⑤ 奥いび湖橋	-44011.174	-66048.948	-44030.531	-65984.178
⑥ 神ヶ岩橋	-44561.930	-66486.156	-44543.484	-66406.789
⑦ 親谷橋	-41181.430	-63074.145	-41126.566	-63006.703

## ○H20 の堆砂量 3,000m<sup>3</sup> 減について

・平成 16 年の揖斐川の洪水調整計画の変更に伴う、横山ダムの洪水調節の運用変更 (平成 20 年) にあわせ、河床の見直しを行ったため。

## ○R2 中電工事に伴う水位制限により発見した、放流不足の対応について

(前提となる状況)

1. 設計図上、オリフィスゲートの呑口の標高は 181.31m となっており、ダムコンの放流量の計算 (H-Q テーブル) において、この設計図上の高さに基づいている。
2. ダム水位・ダム施設は、日本測地系に基づく旧標高で施工管理しているとしてダムサイト左岸基準点 (NO.0) を基準として管理して来た。2002 年に測地系が世界測地系にもとづく「測地成果 2000」に変更になり、公共測量標高とダムの管理上の標高に差が生じた。ダム水位は操作規則に定められており、容量管理、洪水調節など建設当時の標高で行う必要があることから公共測量に基づく標高を基準標高にするため 7 cm 下げた数値 (零点高: -0.07m) を用いていた。

(R2 対応)

1. 中部電力の水圧鉄管 (発電放流管) の内面塗装工事の関係で、貯水位制限 183m としていた。実運用としては、貯水位 181.00m~182.00m 間で管理し、約 181.4m の水位で露出することが確認された。施工時の基準水準点について確認出来ないのが正確にはわからないが誤差があったのかもしれない。
2. 貯水池容量計算用の公共測量成果から -0.07m 下げた成果を基準にオリフィスゲート呑口を測量した結果、181.44m となったため、公共測量成果をさらに -0.13m 下げて対応。(零点高: -0.2m とした。)

(参考)

### ●R2 対応を行った理由

・貯水位が 181.31m まで下がることが過去に殆どなく、見直しが必要と判断することが出来なかったが、R2 の貯水位制限により問題が確認できた。通常、貯水位 181.4m でオリフィス 1 門あたりの放流量約 0.4m<sup>3</sup>/s となるところ、-0.13m 下げる対応の前時点では放流量 0m<sup>3</sup>/s となるため、実放流量より大きな放流をしているとして計算を行い、流入量でその差を吸収していた。しかし、管理上や、事前放流を実施する場合等において、正確な放流量・流入量を把握できていない事に問題がある (洪水継続時間や、洪水調節量、最大流入量など) ため、今回正しいものに修正した。

### ●測量を行った業務

・令和 2 年度 木曾川上流河川設計技術資料作成業務 (受注業者: (株) テイコク)

## 第Ⅶ編 計算編

### 1. 貯水容量計算

測量成果をもとに、貯水池全体の三次元地形モデル（1m メッシュデータ）及び横断面図を作成し、貯水池を【表 5】【図 6】に示す区分に分けて貯水容量計算を行うものとする。

貯水容量計算は、ダム貯水池最深部から EL210m までを標高 1m 毎の区間容量を算出する。また、区分別に算出した計算結果を複合的に整理して貯水容量計算及び堆砂量計算を行う。なお、EL181.3m・EL187.0m・EL192.7m・EL207.5m においても貯水容量を求め、H-V 表及び堆砂量を整理する。

表 5 貯水容量計算の区分

計算手法	計算範囲	備考
①メッシュスライス法	ダム貯水池最深部から EL210m まで 揖斐川           ダム堤体～No.27 坂内川           No.0～No.7	地形モデルによる
②平均断面法	揖斐川上流部   No.27～No.47 坂内川上流部   No.7～No.16 矢中谷           No.0～No.3 親  谷           No.0～No.3	横断面図による

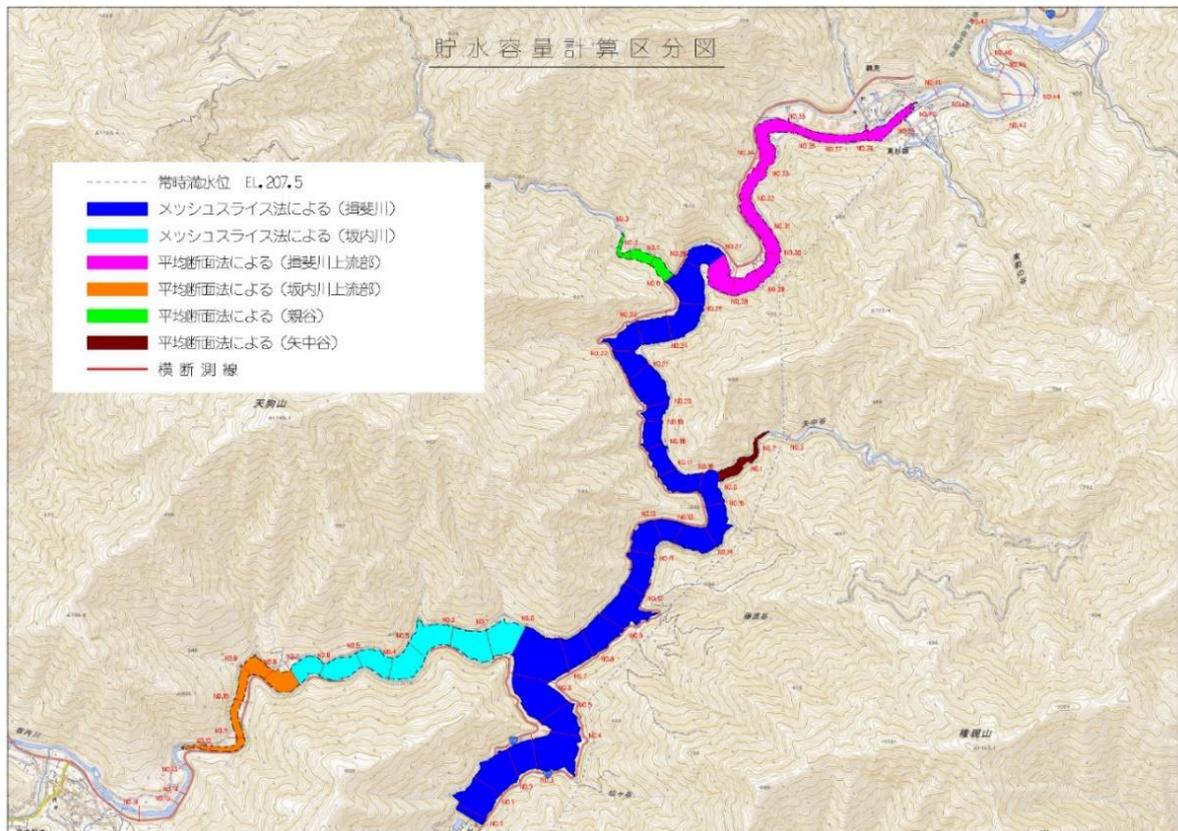


図 6 貯水容量計算の区分図 (※巻末資料参照)

## 2. メッシュスライス法の概念

地形モデルによる計算には「メッシュスライス法」を採用している。この計算手法は、スライス法の中でも計算結果の再現性が高く、メッシュデータの数が増え面積となり、立方体の数が体積となるため単純で明解な手法である。また、データの取り扱いが容易で任意の区間や範囲を抽出して計算する際においても、等高線等の生成が不要なため汎用性が高い手法となっている。

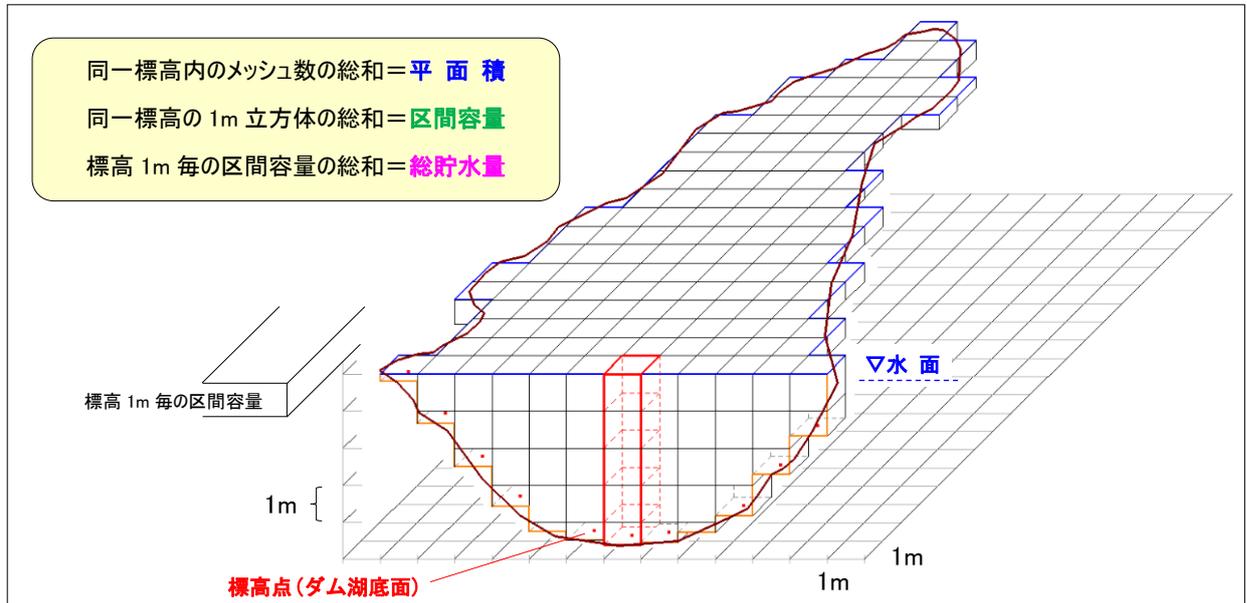


図 7 メッシュスライス法 概念図

## 3. 平均断面法の概念

横断面図による計算には「平均断面法」を採用している。この計算手法は、各測点の横断面図より、最深河床高から標高 210m までを標高 1m 毎に区切り、標高区間別の断面積を求め、隣り合う測線の同一標高区間面積を平均したものに区間距離を乗じて測線間の標高別区間容量を算出している。計算の仕組みが簡単で計算結果の再現性が高い手法となっている。

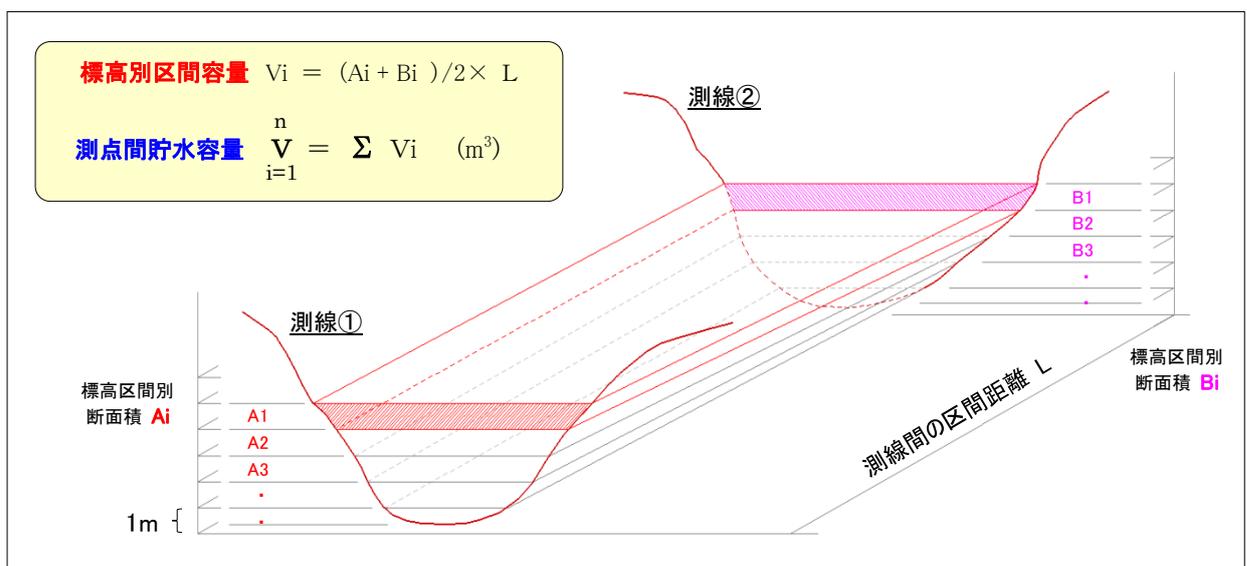


図 8 平均断面法 概念図

#### 4. 計算書様式

測量成果をもとに、「メッシュスライス法」及び「平均断面法」による貯水容量計算を行い、横山ダム貯水池指定の計算書様式【表 6】へ以下の事項に留意して整理する。

表 6 横山ダム貯水容量及び堆砂量計算書 様式一覧

	様式名	様式番号	備考
1	貯水池容量及び単位当り流量換算表	様式-1	
2	横山ダム貯水池容量総括表	様式-2	
3	[メッシュスライス法] 貯水池容量計算書	様式-3	
4	[平均断面法] 貯水池容量計算書	様式-4	
5	貯水位別累加有効貯水容量図	様式-5	
6	貯水池堆砂量経年変化表	様式-6-1	
7	貯水池堆砂量経年変化図①	様式-6-2	
8	貯水池堆砂量経年変化図②	様式-6-3	
9	指定水位毎の累加貯水容量	様式-7-1	別紙様式あり
10	指定水位別貯水容量計算書	様式-7-2	
11	指定水位間堆砂量計算書	様式-7-3	
12	年別測点別最深河床高経年変化表	様式-8	
13	平均河床高計算書	様式-9	
14	貯水容量計算区分図		※CAD データ

#### 【留意事項】

- ① メッシュスライス法による計算を実施する際には、計算書に添付された貯水容量計算区分図（※CAD データ参照）に従い、指定範囲内の地形モデル（1m メッシュデータ）を抽出し計算を実施する。経年的な変化の正確な把握を行うため範囲は固定とし不変にする。
- ② 計算書の整理を行う際には、計算書様式ファイルにあるシートのリンクやセルの参照、計算式の複写を行い整理するため、参照先の間違いが貯水容量及び堆砂量の誤算につながるものが想定される。複写後の計算書様式ファイルの確認を徹底すること。

## 5. 計算書の構成と作成手順

測量成果を整理し、のフロー図に示す手順で貯水容量計算及び堆砂量計算を実施する。

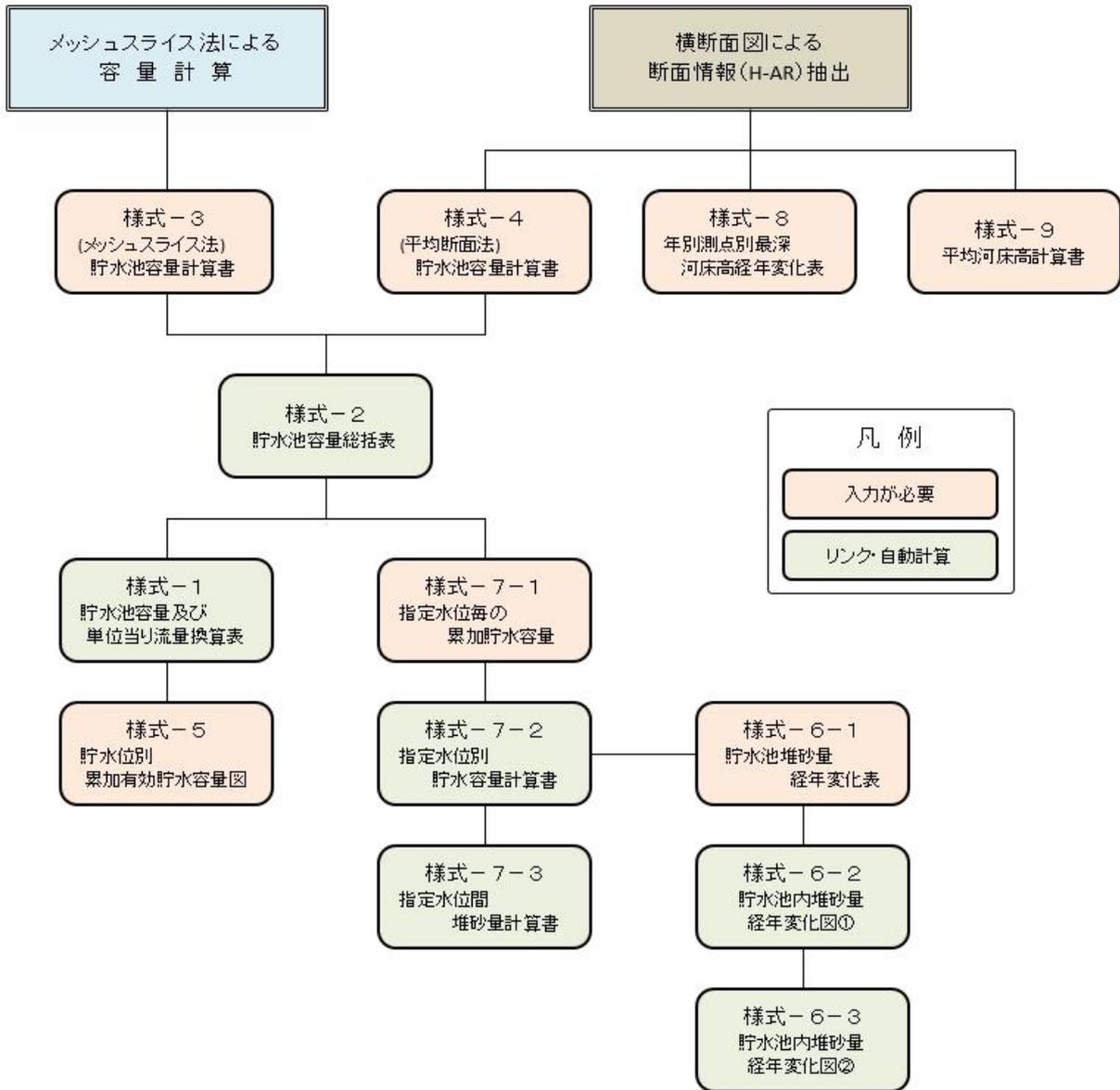


図 9 計算書の構成と作成手順フロー図

## ＜ 改 訂 履 歴 ＞

版 数	改訂年月日	改訂箇所	内 容	備 考
第 1 版	2018 年 2 月 28 日			初版
第 2 版	2018 年 2 月 28 日	P4_5.⑥ P4_6.⑥ P6_2.② P8_1.6① P11_1.⑤ P12_1. P14_4.	<ul style="list-style-type: none"> <li>・「貯水位データ」を標高基準として計画し標高整合を図ることを追記</li> <li>・測量に使用する各標高基準と貯水位データとの整合確認を行うことを追記</li> <li>・標高調整が必要となる場合には、一律シフトの標高オフセットを行うことを追記</li> <li>・絶対水深の確認の頻度を追記</li> <li>・補備測量に使用する標高基準は貯水位データと整合を図ることを追記</li> <li>・航空レーザ測量の成果は、貯水位データに整合させた標高調整を施すことを追記</li> <li>・ダム堤体の 1m メッシュデータには「標準モデル」を採用することを追記</li> </ul>	
第 3 版	2019 年 2 月 28 日	P5_1. P10_3 P16_2. P21 <参考資料>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・検討事項に航空レーザ測量実施頻度を追記</li> <li>・横山ダム貯水池における航空レーザ測量実施履歴を追記</li> <li>・精度管理項目に欠測率点検を追加</li> <li>・橋梁断面を追記</li> <li>・改訂履歴を追記</li> <li>・河川定期横断測量[標準]幅員調書を追加</li> </ul>	
第 4 版	2020 年 3 月 25 日	P1_2. P5_1. P10_3.	<ul style="list-style-type: none"> <li>・引用する基準類および参考文献を変更</li> <li>・横山ダム貯水池における航空レーザ測量実施履歴を追記</li> <li>・表 3 「絶対測深・点検測量」の参考文献を変更</li> </ul>	
第 5 版	2021 年 2 月 26 日	P5_1. P10_3. P16_1. P16_2. P17 P20_4	<ul style="list-style-type: none"> <li>・横山ダム貯水池における航空レーザ測量実施履歴を追記</li> <li>・公共測量作業規程の条項を変更</li> <li>・距離標成果についての管理標高との差異を変更・追記</li> <li>・橋梁断面「新川尻橋」の除外について追記</li> <li>・様式 7-1 (別紙) を追加</li> <li>・様式一覧「様式 7-1」に別紙様式について追記</li> </ul>	
第 6 版	2022 年 2 月 28 日	P3_4. P4_6.	<ul style="list-style-type: none"> <li>・【留意事項：②】ナローマルチビーム測深の計測範囲について修正</li> <li>・【留意事項：⑤】立ち入り許可申請先の情報を追記・修正</li> </ul>	
第 7 版	2023 年 5 月 31 日	P1_2. P2_3. P3_4. P4_4. P4_6.	<ul style="list-style-type: none"> <li>・引用する基準類および参考文献を修正</li> <li>・フロー図の工種名を修正</li> <li>・航空レーザ測量を航空レーザ測深測量へ変更（以後、記載を省略）</li> <li>・実施想定水位を変更</li> <li>・【留意事項】の削除・修正・追記</li> <li>・測量実施区分図を変更</li> <li>・測量実施区分を変更（航空レーザ測深年次計測の追加、ナローマルチビーム測深の範囲及び数量の変更、河川定期横断測量実施範囲の変更）</li> <li>・測量実施区分を変更（貯水池補備測量実施範囲の変更、想定水位の削除）</li> <li>・【留意事項：②】距離標の現況確認を削除</li> <li>・航空レーザ測深測量の計測対象に水中部を追加</li> </ul>	

第7版	2023年5月31日	<p>P5_1.</p> <p>P10_3.</p> <p>P11_1.</p> <p>P11_2.</p> <p>P15_1.</p> <p>&lt;参考資料&gt;</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・【留意事項：①】ナローマルチビーム測深実施時との水位差に関する記載について削除</li> <li>・【検討事項】グリーンレーザ測深機の導入検討に関する記載について削除</li> <li>・横山ダム貯水池における航空レーザ測量実施履歴を追記</li> <li>・欠測率点検について、公共測量作業規程の条項を変更</li> <li>・航空レーザ測深測量の導入に伴い、未計測域を欠測範囲に修正</li> <li>・【留意事項：①】想定水位の削除</li> <li>・【留意事項：②】計測精度に関して、様々な手法が想定されるため、適宜、手法に則した規程やマニュアル等を参考とする旨を追記</li> <li>・河川定期横断測量の実施条件を変更</li> <li>・【留意事項：①・②】航空レーザ実施の有無による計測範囲の削除</li> <li>・【留意事項：①・②】水部陸部での欠測箇所への対応方針を追加</li> <li>・貯水位の上昇による測量区分の変更（深浅測量）を①へ統合</li> <li>・測量実施区分図の変更</li> <li>・河川定期横断測量[標準]幅員調書を削除</li> </ul>	
-----	------------	--	---	--



< 参考資料 >

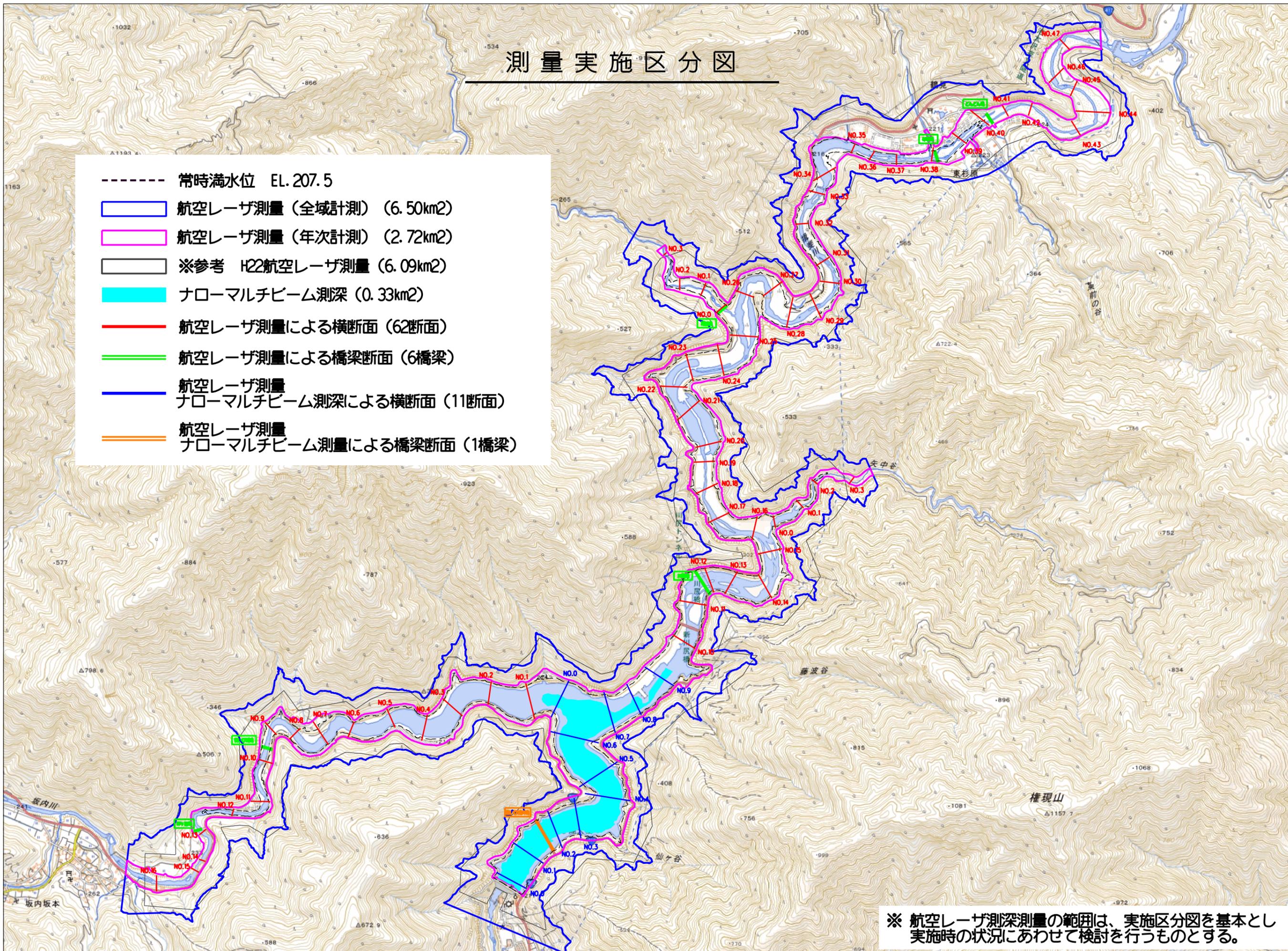
測量実施区分図

貯水容量計算区分図



# 測量実施区分図

- 常時満水位 EL. 207.5
- 航空レーザー測量（全域計測）（6.50km<sup>2</sup>）
- 航空レーザー測量（年次計測）（2.72km<sup>2</sup>）
- ※参考 H22航空レーザー測量（6.09km<sup>2</sup>）
- ナローマルチビーム測深（0.33km<sup>2</sup>）
- 航空レーザー測量による横断面（62断面）
- 航空レーザー測量による橋梁断面（6橋梁）
- 航空レーザー測量  
ナローマルチビーム測深による横断面（11断面）
- 航空レーザー測量  
ナローマルチビーム測量による橋梁断面（1橋梁）



※ 航空レーザー測深測量の範囲は、実施区分図を基本とし、実施時の状況にあわせて検討を行うものとする。



# 貯水容量計算区分図

- 常時満水位 EL.207.5
- メッシュスライス法による (揖斐川)
- メッシュスライス法による (坂内川)
- 平均断面法による (揖斐川上流部)
- 平均断面法による (坂内川上流部)
- 平均断面法による (親谷)
- 平均断面法による (矢中谷)
- 横断測線

