

R 2 八ッ場ダム貯水池三次元計測業務

報 告 書

令和 3 年 2 月

計画機関 国土交通省 関東地方整備局
利根川ダム統合管理事務所
作業機関 朝 日 航 洋 株 式 会 社

目 次

1	業務概要	1
1.1	業務名	1
1.2	業務目的	1
1.3	履行期間	1
1.4	計測範囲	1
1.5	業務数量	3
1.6	主な図書および基準	4
1.7	発注者	4
1.8	受注者	4
1.9	業務実施体制	4
1.10	使用した主な機器	5
1.11	成果品の内容、部数	6
2	業務工程	7
2.1	業務実施工程	7
2.2	打合せ	7
3	作業内容	8
3.1	作業フロー	8
3.2	計画準備	9
3.3	現地踏査	9
3.3.1	測量船搬出入場所及び係留場所	9
3.3.2	既設基準点（距離標）の確認	10
3.4	ダム貯水池深浅測量	11
3.4.1	ナローマルチビーム測深	11
3.4.2	上流浅水域の深浅測量	15
3.5	使用基準点	17
3.6	精度管理	17
3.6.1	GNSS の精度確認	17
3.6.2	ナローマルチビーム測深の点検測量	17
3.7	測定記録処理および地形データ作成	21
3.7.1	測定記録処理	21
3.7.2	地形データの作成	21
3.8	三次元地形データの作成	22
3.8.1	既存測量成果と結合	22
3.8.2	過年度統合データの構成	22
3.9	堆砂量計算	24
3.10	背水計算	24
3.11	成果図の作成	24
4	測量結果	25
4.1	平均断面法による計算結果	25
4.2	三次元地形データから算出した貯水容量	30
4.3	三次元地形データによる計算比較（R1 vs H30）	31
4.4	差分図による地形変化	31

4.5	背水計算結果	33
4.6	ダムの区間容量、堆砂量について	36
5	まとめ	37
5.1	提案について	40
6	品質確保および安全管理	41
6.1	品質確保	41
6.2	技術の管理	41
6.3	安全等の確保	41
6.3.1	現地作業全般	42

1 業務概要

1.1 業務名

R 2 ハッ場ダム貯水池三次元計測業務

1.2 業務目的

本業務は、ハッ場ダムにおける貯水池内の堆砂状況の把握を目的として、ナローマルチビーム測深等による深淺測量を実施し、三次元地形データから堆砂量の把握を行った。

1.3 履行期間

自：令和2年9月18日 至：令和3年2月26日

1.4 計測範囲

ハッ場ダム貯水池：群馬県吾妻郡長野原町大字川原畑 地先
(図1-4-1～図1-4-2 参照)



図1-4-1 計測業務 位置図

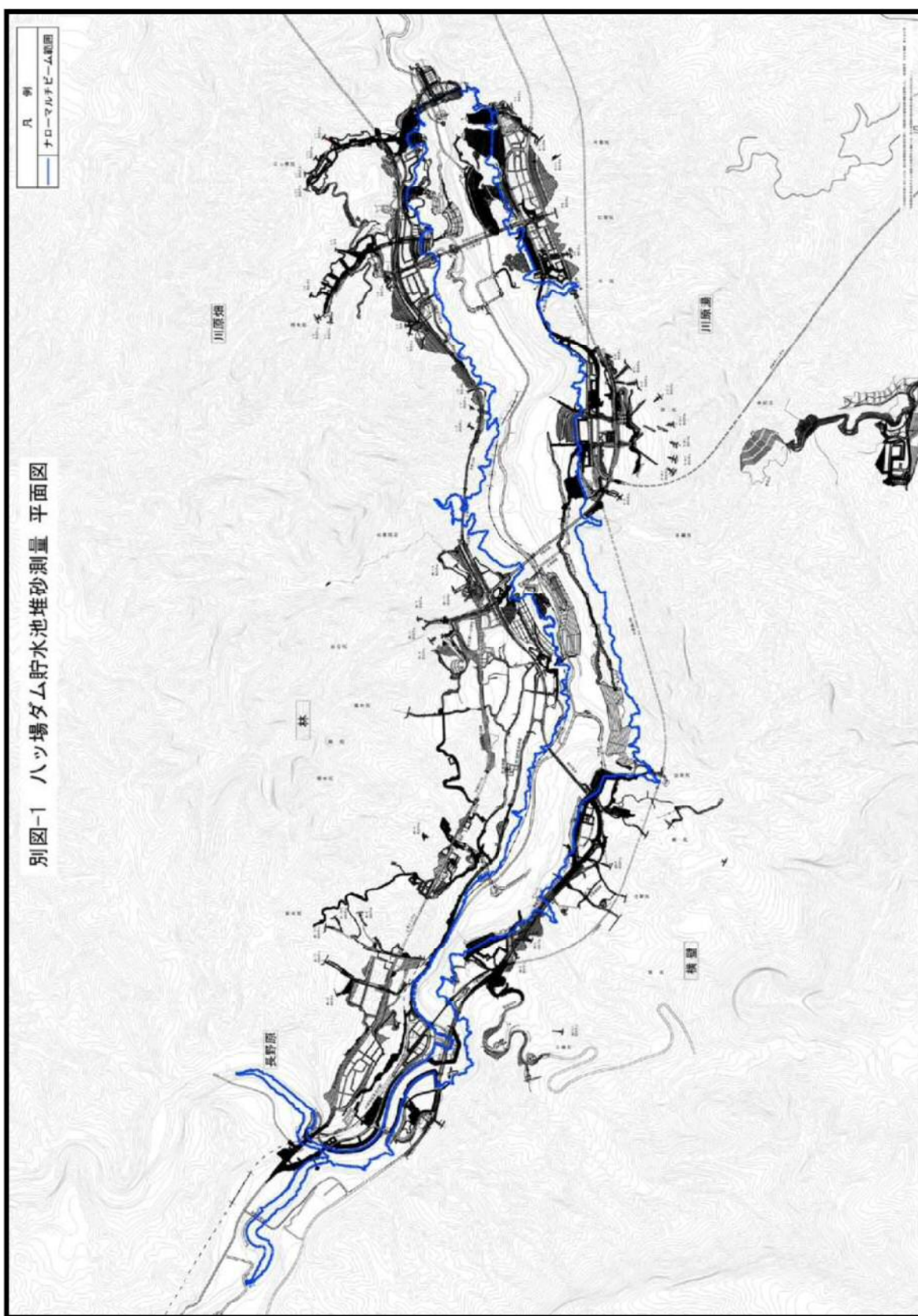


図 1-4-2 ハッ場ダム 計測範囲 位置図

1.5 業務数量

本業務の実施項目および数量を下記に示す。

表 1-5-1 業務数量表

項 目	規格	単位	数量 (当初)	数量 (第1回 変更)	数量 増減	摘要
応用測量		式	1	1	1	
深浅測量		式	1	1	1	
ナローマルチビーム測深		式	1	1	1	
ナローマルチビーム測深	(当初) 第1回変更 ハッ場ダム：(3.00km ²) 2.61km ²	式	3.00	2.61	-0.39	
三次元データの作成		式	1	1	1	
三次元データの作成		式	1	1	1	
三次元データの作成		式	1	1	1	
堆砂量計算		式	1	1	1	
共通		式	1	1	0	
共通		式	1	1	0	
打合せ等		式	1	1	0	
打合せ		式	1	1	0	
直接経費		式	1	1	1	
直接経費		式	1	1	1	
旅費交通費		式	1	1	1	
旅費交通費（率計上）		式	1	1	1	
直接測量費		式	1	1	1	
間接測量費		式	1	1	1	
諸経費		式	1	1	1	
測量業務価格		式	1	1	1	
検討業務		式	1	1	0	
堆砂影響検討		式	1	1	0	
堆砂影響検討		式	1	1	0	
排水計算		式	1	1	0	
排水影響区域の把握		式	1	1	0	
直接経費		式	1	1	0	
直接経費		式	1	1	0	
電子成果品作成費		式	1	1	0	
電子成果品作成費		式	1	1	0	
業務価格		式	1	1	1	
消費税相当額		式	1	1	1	
業務委託料		式	1	1	1	

1.6 主な図書および基準

- (1) 測量作業共通仕様書(関東地方整備局)
- (2) 特記仕様書
- (3) 第1回変更 特記仕様書
- (4) 国土交通省公共測量作業規程の準則(令和2年3月一部改正)
- (5) 河川砂防技術基準(案)同解説 調査編(平成26年4月改定版)
- (6) ダムの管理例集(平成18年度版)
- (7) 河川定期縦横断データ作成ガイドライン(平成20年5月)
- (8) 土木設計業務等の電子納品要領(令和2年3月)
- (9) 電子成果品に関する手引き(案)【業務編】
- (10) 測量成果電子納品要領(平成30年3月)

1.7 発注者

国土交通省 関東地方整備局 利根川ダム統合管理事務所 管理課

1.8 受注者

朝日航洋株式会社

・主任技術者：■■■■ (防災コンサルタント部 応用解析2グループ)

〒350-1165 埼玉県川越市南台3-14-4 TEL：049-244-7776

・営業担当者：■■■■ (東京営業1部 公共グループ)

〒170-0013 東京都豊島区東池袋4丁目21番6号 TEL：03-3988-1013

1.9 業務実施体制

表1-9-1に示す業務組織により、本業務を実施した。

表1-9-1 業務組織表

	氏 名	資格および登録番号	備 考
主任技術者	■■■■	■■■■	業務全般の総括 ・全体管理、工程管理、品質管理、安全管理、運航計画等
担当技術者	■■■■	■■■■	・作業計画、現地踏査、報告書作成
	■■■■	■■■■	・ダム貯水池深淺測量(ナローマルチビーム測深)
	■■■■	■■■■	・堆砂影響検討(背水計算、背水影響区域の把握)
	■■■■	■■■■	・三次元地形データの作成、堆砂量計算、

1.10 使用した主な機器

本業務で使用した主な機器を下表に示す。

表 1-10-1 主要使用機器一覧表

機 種 名	名 称	精 度 等	用 途	備 考
VRS-GNSS 受信機	GX1230+GNSS VivaGNSSGS10 (ライカ)	GPS 受信機 精度：2cm±1ppmX 基線長	ナローマルチ ビーム測深	船位測定
ナローマルチ ビーム測深機	SONIC2024 (R2Sonic)	動作周波数：200～400kHz 測深分解能：1.25cm, 単一ビーム幅：0.5° × 1.0°	ナローマルチ ビーム測深	測深
動揺計測装置 方位計測装置	POS/MV (applanix)	ヒープ精度：5%/5cm ロール・ピッチ精度：0.02° 方位精度：0.03°	ナローマルチ ビーム測深	船の揺れの 補正
水中音速度計	MinosSVP (ALM)	音速度精度：±0.006m/s	ナローマルチ ビーム測深	音速度 補正データ
誘導・解析ソフト	HYPACK	ノートパソコン上で作動	ナローマルチ ビーム測深	データ収録 船舶誘導
測量船	船外機	FRP 40ps (4 サイクルエンジン)	ナローマルチ ビーム測深	
ゴムボート	ラバー製ボート	定員 5 名、5ps 船外機付	浅水域の測量	
超小型無人 ボート	HyDrone (Seafloor)	動作周波数：337～380kHz 測深分解能：1.8cm 単一ビーム幅：1.4° ×1.4°	ナローマルチ ビーム測深	浅水域測深

1.11 成果品の内容、部数

本業務の成果品の内容および部数を下表に示す。

表 1-11-1 成果品の内容、部数

成 果 品	規 格 等	体 裁	数 量
電子納品データ		CD-R 又は DVD-R 等	2 部
報告書	報告書・資料集：1 冊 縮小版図面集：1 冊	チューブファイル等	1 部
三次元地形データ		HDD	1 台
縦断面図	H=1/10,000、V=1/500	電子データおよび 縮小図面集	1 式
横断面図	H=1/500、V=1/200	電子データおよび 縮小図面集	1 式
堆砂量計算書	ダムの管理例規集に準拠	電子データおよび 資料集	1 式
堆砂影響検討		電子データおよび 資料集	1 式

2 業務工程

2.1 業務実施工程

本業務の実施工程を下記に示す。

表 2-1-1 業務実施工程表

黒:計画 赤:実績		令和2年				令和3年		備考
		9月	10月	11月	12月	1月	2月	
計画準備								
現地踏査								10/28実施
ダム貯水池 深淺測量	ナローマルチ ビーム測深							11/16-11/25実施 12/7小型ボート実施
	基準点測量							10/28-10/30実施 点検測量:12/4
	測定記録処理							
	地形データ 作成							
三次元地形データの作成								
堆砂量計算								
堆砂影響検討								
報告書作成								
打合せ								計4回

2.2 打合せ

業務の遂行にあたり、下表に示す打合せを行い、業務を円滑に進めた。

表 2-2-1 打合せ日と内容

打合せ	実施日	主な打合せ協議内容
第1回	令和2年10月5日	【初回打合せ】業務着手時 ・業務計画書を提出し、業務内容および工程について協議 ・安全管理および留意事項
第2回	令和2年10月13日	・工事状況の確認・作業時の連絡体制・休日作業届の様式確認 ・現地踏査及び深淺測量時の注意事項・船舶搬出入、係留箇所 ・水位データの提供依頼
第3回	令和3年2月1日	【深淺測量完了時】 実績数量の報告、堆砂量計算結果報告
第4回	令和3年2月25日	納品

3 作業内容

3.1 作業フロー

業務全体の流れを次のフローチャートに示す。

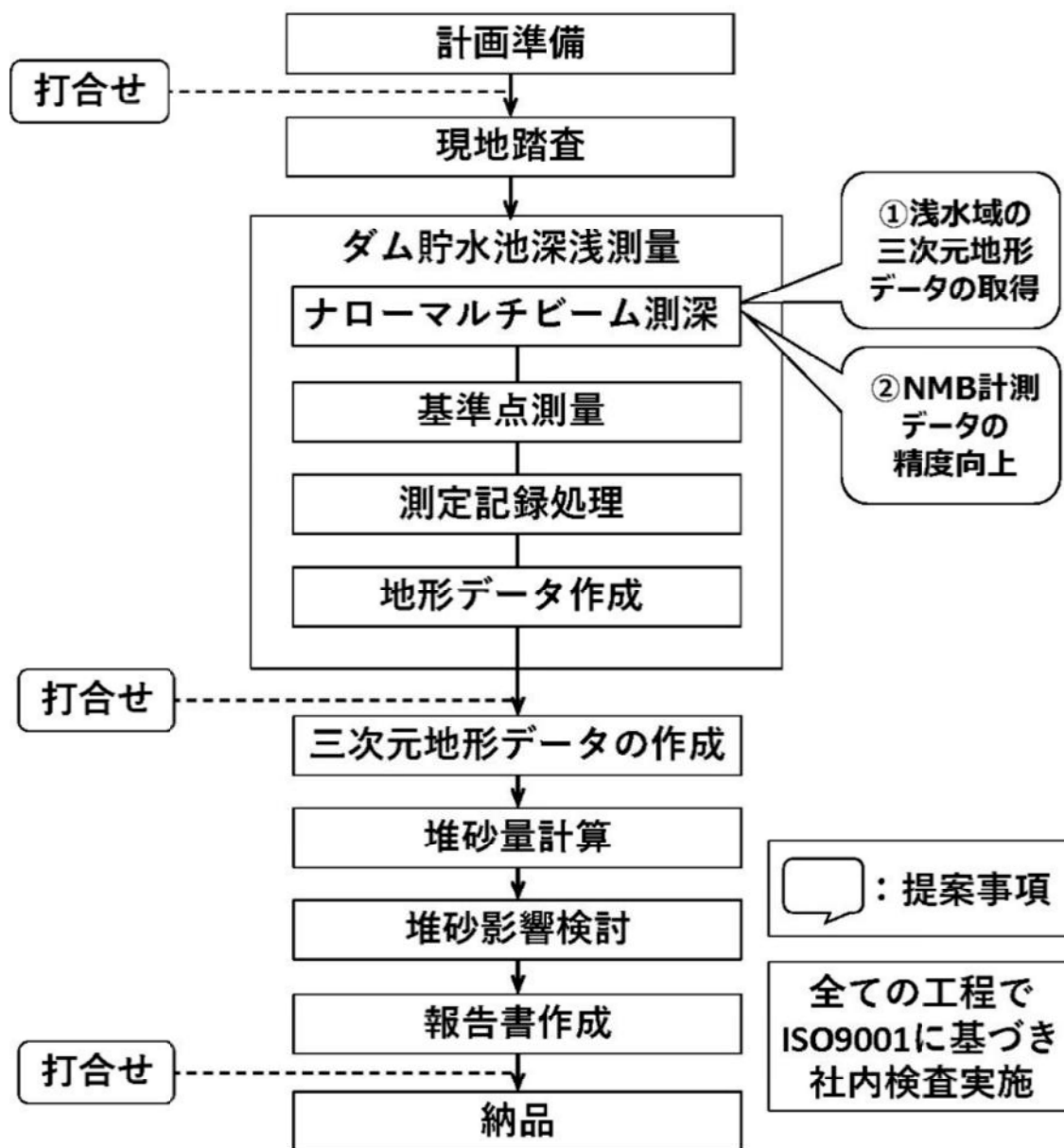


図 3-1-1 業務フローチャート

3.2 計画準備

本業務を効率良く安全に遂行するために次の項目についての業務計画を行った。

- ① 現地状況および設計図書を熟知した上で、実施方針・品質管理・工程管理・安全管理等の作業計画を立案して業務計画書を作成し監督職員に提出した。
- ② 使用する機材は、十分な作動点検を行い、GNSS 受信機については、(社)日本測量協会による検定を受けたものを使用した。
- ③ 測量範囲においては、未測が生じないように配慮しながら配点及び測線を計画した。
- ④ 現地における関係機関へ作業内容・実施時期等を周知した。

表 3-2-1 周知先関係機関一覧

周知先、関係機関	内 容
特定非営利活動法人 日本水陸両用車協会 長野支部 水陸両用バス運行事務所	水陸両用バスの運行 (ハッ場ふるさと館内事務所)
株式会社 NOA	カヌー等
日特建設株式会社	打越進入路 「R1 ハッ場ダム下流管理用 通路工事」 施行者

3.3 現地踏査

本業務実施に先立ち、測量船搬出入場所および係留場所、基準点(堆砂杭)の確認を行った。

3.3.1 測量船搬出入場所及び係留場所

測量船の搬出入に使用できる 5 箇所の進入路について、確認を行った。



図 3-3-1-1 進入路位置図 (赤枠が対象進入路)

3.3.2 既設基準点（距離標）の確認

ダム貯水池深浅測量の測位においては、ネットワーク型 RTK-GNSS（VRS-GNSS）方式で実施した。

そこで、ネットワーク型 RTK-GNSS（VRS-GNSS）方式の GNSS 機器精度管理を下記に示す 6 点の距離標で実施し、距離標および成果、GNSS 機器に問題無い事を事前に確認した



図 3-3-2-1 距離標位置図

表 3-3-2-1 距離標 VRS 観測結果一覧表

距離標	成果値			VRS観測値(10/28観測)			較差(m)			
	X	Y	Z	X	Y	Z	ΔX	ΔY	ΔZ	ΔXY
NO1R	62000.291	-100274.360	592.283	62000.291	-100274.363	592.274	0.000	0.003	0.009	0.003
NO4R	61568.849	-100977.434	601.060	61568.862	-100977.450	601.020	-0.013	0.016	0.040	0.021
NO6R	61216.406	-101443.076	594.787	61216.403	-101443.082	594.747	0.003	0.006	0.040	0.007
NO19R	60783.390	-104881.643	593.479	60783.396	-104881.656	593.439	-0.006	0.013	0.040	0.014
NO20R	60969.539	-105050.401	588.431	60969.553	-105050.405	588.392	-0.014	0.004	0.039	0.015
NO25R	61098.403	-106094.562	592.980	61098.416	-106094.565	592.923	-0.013	0.003	0.057	0.013



図 3-3-2-2 距離標写真

また、確認結果を『現地踏査報告』に取り纏め、別途資料集に添付した。

3.4 ダム貯水池深浅測量

3.4.1 ナローマルチビーム測深

(1) 実施概要

ダム堤体から測量船が進入できた No. 29、及びに SNo. 2.0 付近までの範囲をナローマルチビーム測深にて実施し、No. 29～30、及びに SNo. 2～3 の範囲で超小型無人ボートを用いて測深を行った。測量期間は、NMB 測深：11 月 17 日～23 日の 7 日間、超小型無人ボート：12 月 7 日の 1 日間の実施となった。

また、測深時の貯水位は、EL581m 前後であった。

表 3-4-1-1 ダム貯水池深浅測量-実施内容一覧

	ハッ場ダム
対象横断測線	吾妻川：No. 0～No. 30+200 白砂川：No. 26+120～SNo. 4
実施数量	2.61 km ²
当初想定数量	3.00 km ² (-0.39 km ²)



図 3-4-1-1 ナローマルチビーム測深状況

(2) 測量船の搬入と係留

ナローマルチビーム測深を行う測量船の搬入箇所および係留場所は、現地を確認した上で管理支所に報告して決定した。搬入路のゲートの鍵は、ダイヤル式であったため着手時の打合せにて、解除方法・番号等を確認した。

表 3-4-1-2 測量船搬入路・係留場所

ハッ場ダム	
船舶搬入出：打越進入路 R1 ハッ場ダム下流管理通路工事（日特建設株式会社） ハッ場管理通路作業所	
	  

また、測量船は、強風等の影響により流失しないように係留を行った。



図 3-4-1-2 測量船の搬入と係留状況

(3) 艀装・テスト

測深誤差の軽減や船上作業を安全に行えるように艀装し、機器の動作や測深データに問題がないことを確認するためテスト計測を実施した。



図 3-4-1-3 測量船の艀装状況

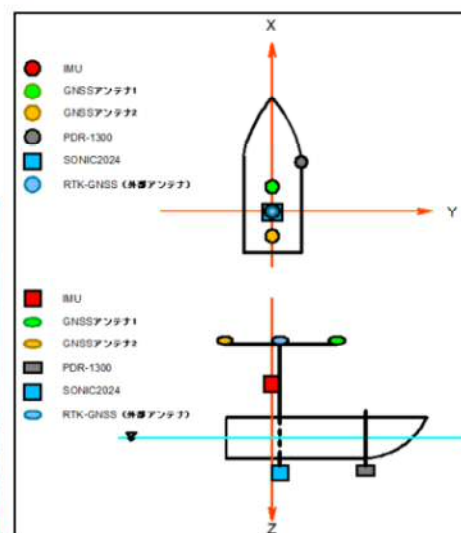


図 3-4-1-4 艀装配置図

(4) 測量船の船位測定

ナローマルチビーム測深時の船位（測深位置）は、ネットワーク型 RTK-GNSS（VRS）にて行った。GNSS 受信機は第三者機関の検定を受けた機器を使用し、測深作業実施前にハッ場ダム管理の基準点 No. 1R にて精度確認を行った。その結果は 3.8 精度確認 に後述する。



図 3-4-1-5 GNSS 精度確認状況

(5) ナローマルチビーム測深

ナローマルチビーム測深の実施にあたっては、昨年度資料等を参考に机上で検討した計画測線（流心方向を主測線とした測線）をベースに測量船を走航させて行った。

VRS-GNSS と連動したナビゲーションシステムを確認しながら測量船を誘導し、未測深域が生じないように船上でデータ取得状況を監視しながら連続で面的な測深データを取得した。

また、岸沿い及びに水際部の測深については、計測誤差が生まれやすいため、必要に応じて再測等を実施した。また、ソナーヘッドを15度傾け、より水際まで計測できるように行った。

以下の測線計画に基づいて、測深を行った結果を航跡図として示した（図3-4-1-10参照）。なお、データが均一に取得できたか確認するため、点密度の分布図を作成した（図3-4-1-11参照）。



写真 3-4-1-6 岸沿いの測深状況

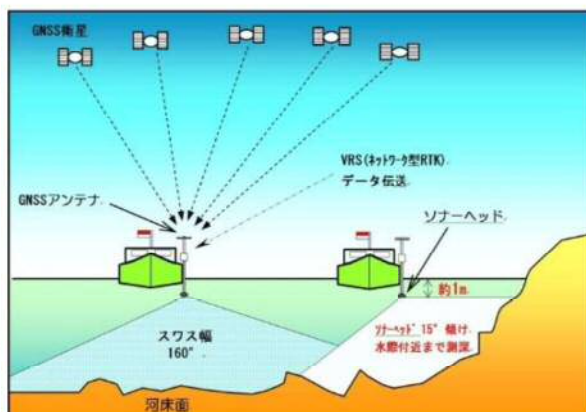


図 3-4-1-7 ナローマルチビーム測深 概念図

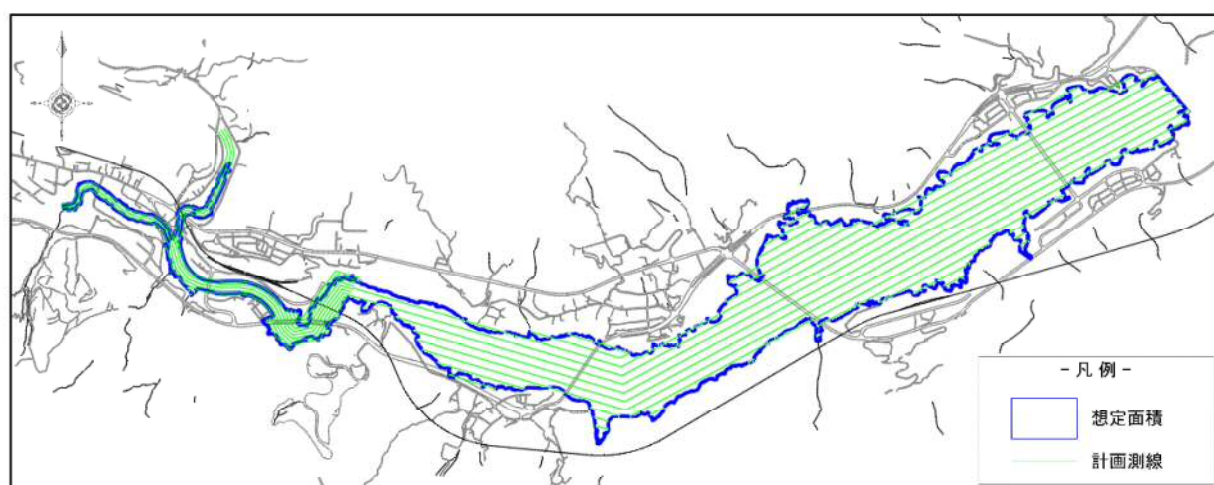
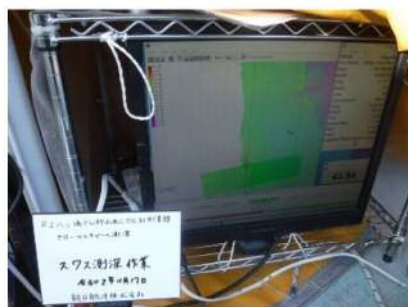


図 3-4-1-8 ナローマルチビーム測深計画測線図

取得したナローマルチビーム測深データに補正処理等を行う為、水中音速度測定とソナーヘッドの喫水チェックを測深日毎に行った。



測深・ナビゲーションシステム



水中音速度測定



ソナーヘッドの喫水チェック

図 3-4-1-9 ナローマルチビーム測深状況

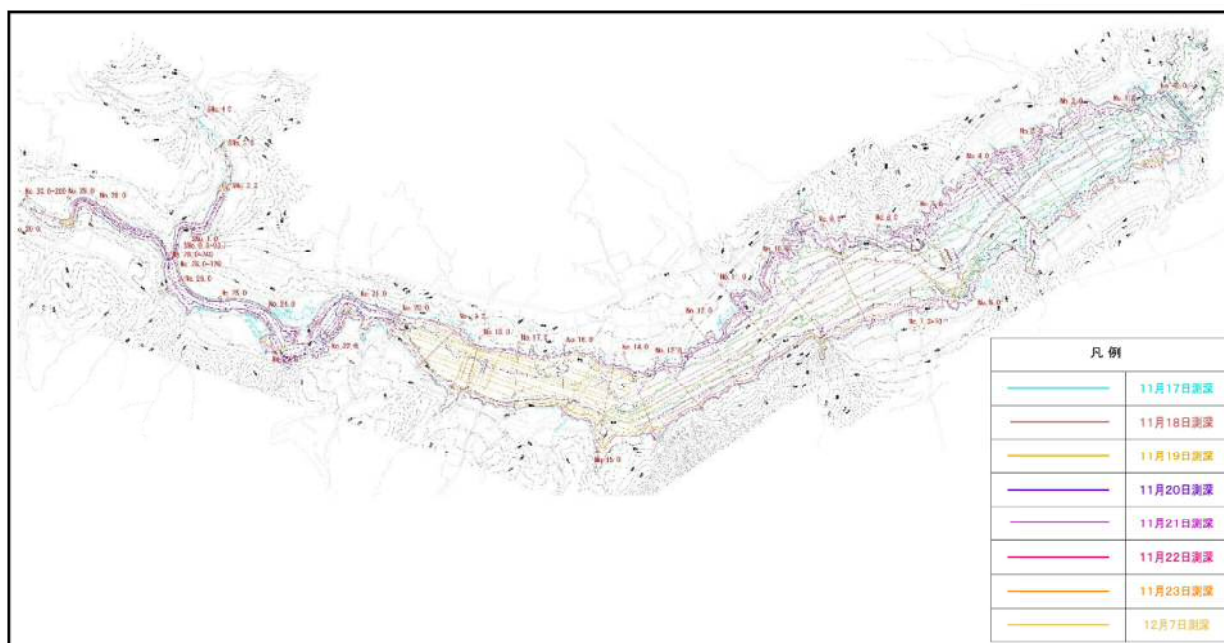


図 3-4-1-10 ナローマルチビーム測深航跡図

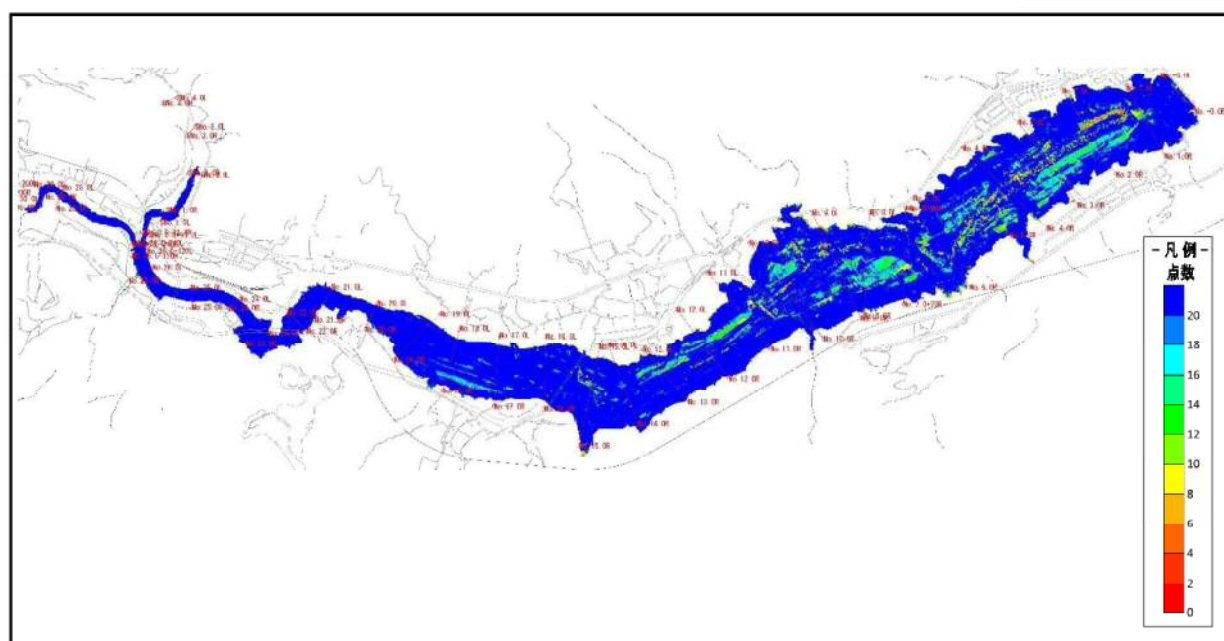


図 3-4-1-11 ナローマルチビーム測深点密度

3.4.2 上流浅水域の深浅測量

ナローマルチビーム測深の測量船が進入できない上流部浅水域（-1.5m~-0.5m）には、超小型無人ボート（HyDrone）によるマルチビーム測深を行った。以下に概略の計測箇所、及びに計測状況を示す。

また、次頁に計測結果をまとめたものを示した。

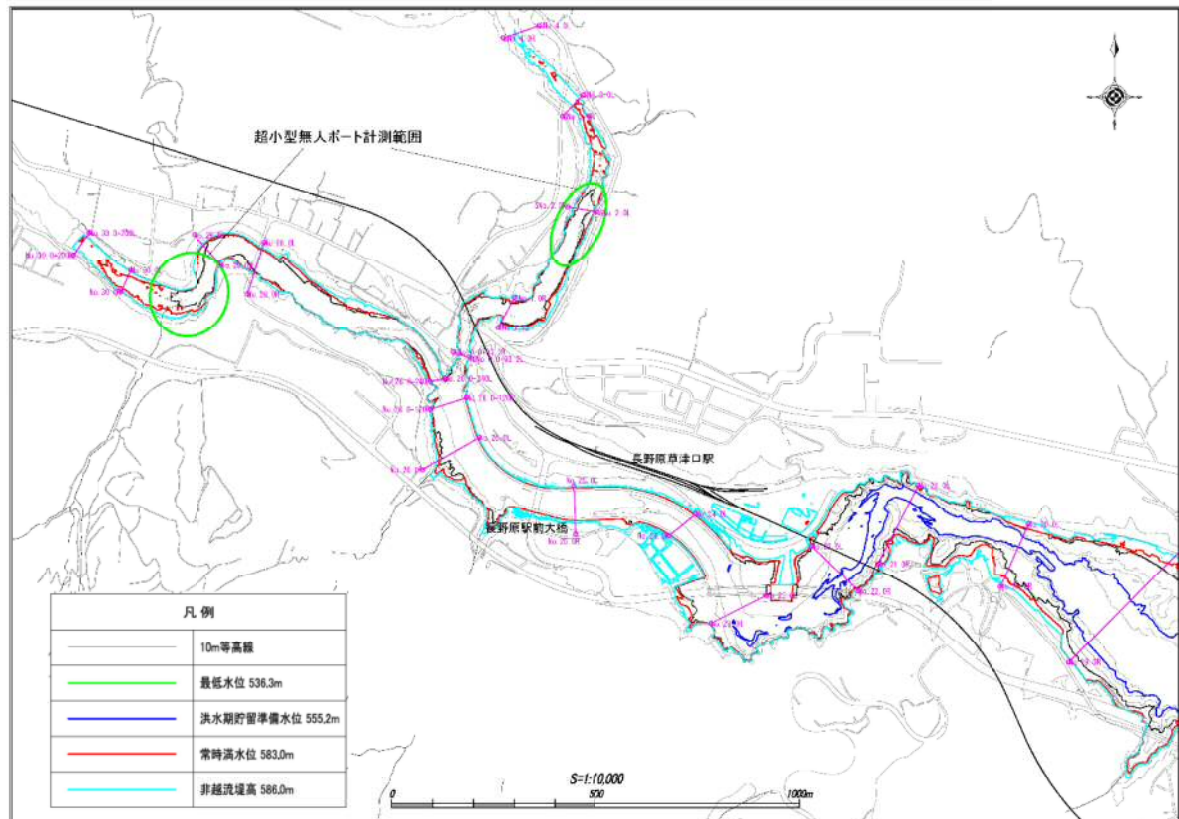


図 3-4-2-1 超小型無人ボート (Hydrone) による計測箇所



操縦及び補助ボート

HyDrone

図 3-4-2-2 超小型無人ボート (Hydrone) による測深状況

表 3-4-2-1 超小型無人ボート（HyDrone）による測深面積

	吾妻川(本流)	白砂川(支流)
実施範囲	No. 29+20m ~ No. 29+180m	SNo. 1+180m ~ SNo. 2+50m
実施面積	0.044 km ²	0.037 km ²

- ・ 吾妻川(本流) : No. 29+20m ～ No. 29+180m

リモコンマルチビーム搭載リモコンボート : PICO CAT (HYDRONE)
 取得データ: ハッ場ダム 吾妻川 (No.29～No.30中間)

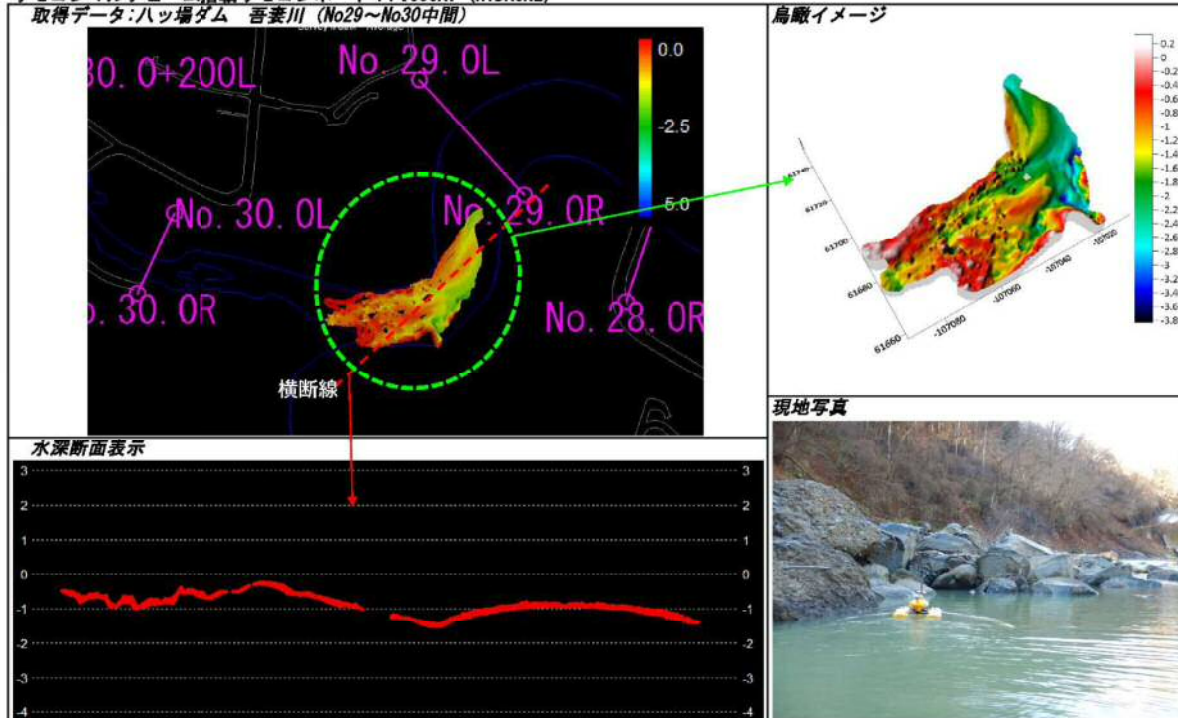


図 3-4-2-3 超小型無人ボート計測結果 (吾妻川)

- ・ 白砂川(支流) : SNo. 1+180m ～ SNo. 2+50m

リモコンマルチビーム搭載リモコンボート : PICO CAT (HYDRONE)
 取得データ: ハッ場ダム 白砂川 (SNo. 2. 0周辺)

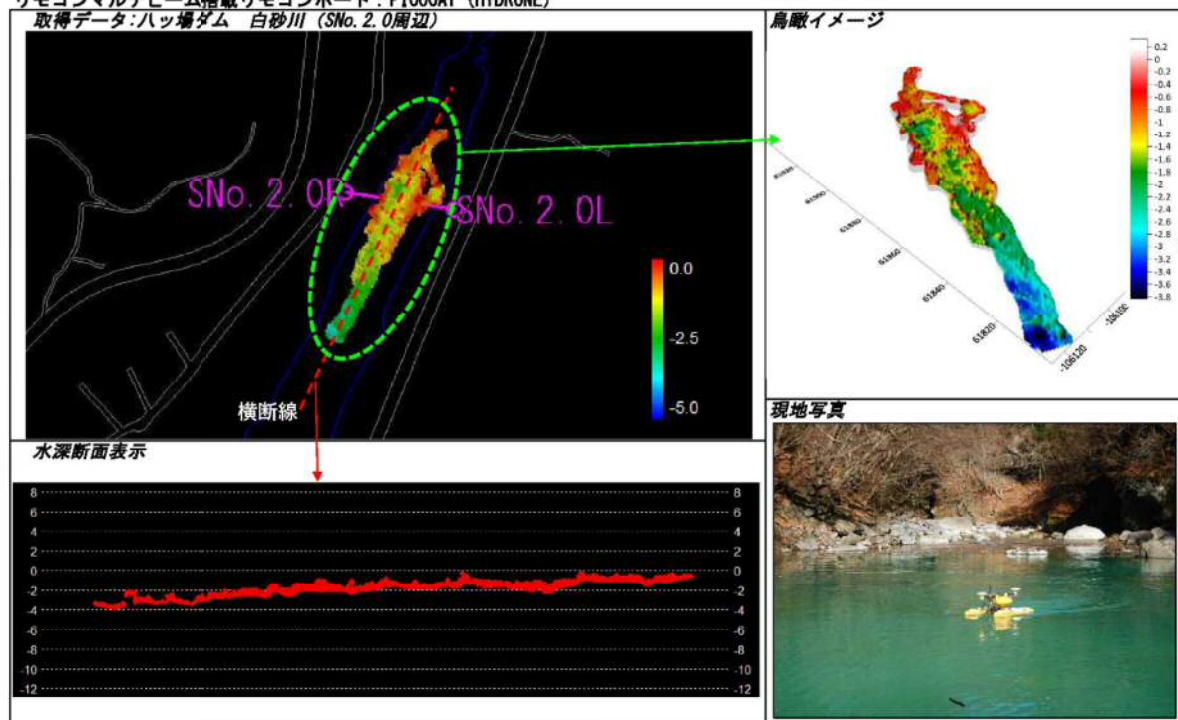


図 3-4-2-4 超小型無人ボート計測結果 (白砂川)

3.5 使用基準点

測深作業の測位は VRS-GNSS により行っているため、直接必要な基準点は特にないが、事前に行った GNSS の精度確認には、ハツ場ダム管理の基準点を使用して GNSS の精度検証を行った。（前述、3.4.1 ナローマルチビーム測深 (4) 測量船の船位測定 参照）

GNSS の精度確認に使用した基準点は、下表のとおり。

表 3-5-1 GNSS 精度確認に使用した基準点一覧

種類	点名	X	Y
距離標杭	No. 1R	62, 000. 291	-100, 274. 360

詳細および検証結果は、後述、3.8.1 GNSS の精度確認 に記載した。

表 3-5-2 VRS-GNSS の精度確認結果

基準点	平均較差		離心距離 S (m)	最大格差		離心距離 S (m)
	ΔX (m)	ΔY (m)		ΔX (m)	ΔY (m)	
No. 1R	0. 004	0. 002	0. 005	0. 016	-0. 010	0. 019

3.6 精度管理

3.6.1 GNSS の精度確認

(1) VRS-GNSS (ネットワーク型 RTK-GNSS)

ハツ場ダムにおいて、既設基準点に VRS-GNSS を設置し、その地点の位置情報を測定して位置精度の検証を行った。使用基準点および観測状況を下表に示す。

表 3-6-1 使用基準点

種類	点名	X	Y
距離標杭	No. 1R	62, 000. 291	-100, 274. 360
			

表 3-6-2 VRS-GNSS の精度確認結果

基準点	平均較差		離心距離 S (m)	最大格差		離心距離 S (m)
	ΔX (m)	ΔY (m)		ΔX (m)	ΔY (m)	
No. 1R	0. 004	0. 002	0. 005	0. 016	-0. 010	0. 019

既設基準点において、約 10 分間のデータを収録し座標値の比較を行った。観測差の制限は、『公共測量作業規定（準則）第 43 条 ニ GNSS 観測 新点水平位置の標準偏差 4 級基準点測量 100mm』に準じて、 $\pm 0. 10\text{m}$ 以内をその許容範囲とした。その結果は下表のとおり、許容範囲内であった。なお、精度確認資料を資料集に添付した。

3.6.2 ナローマルチビーム測深の点検測量

(1) 点検測量要領

ナローマルチビーム測深の点検測量は、主測線方向（河川流心方向）に対して直交する方向（横断測線方向）に走向して行い、取得データの較差による精度点検を実施した。

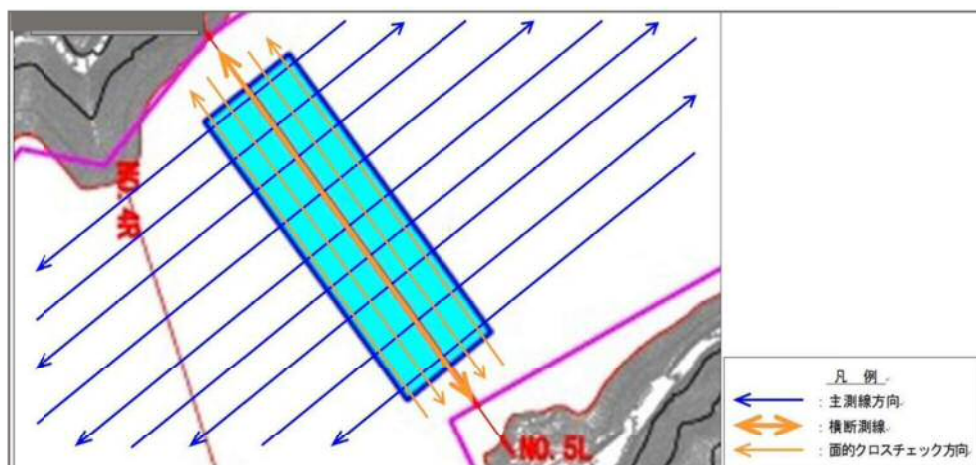


図 3-6-1 ナローマルチビーム測深 点検測量要領図

ナローマルチビーム測深の精度検証は、次の 2 つの方法で確認を行った。

- ・ 横断測線上の点検測量
主測線で得られた横断測線上の水深値と 横断測線の点検測量で得られた左岸堆砂杭からの距離に対しての水深値比較。
- ・ 面的なクロスチェックによる精度検証
主測線で得られた面的データ（1mメッシュ三次元地形データ）とクロスチェック測線で得られた面的データとの比較

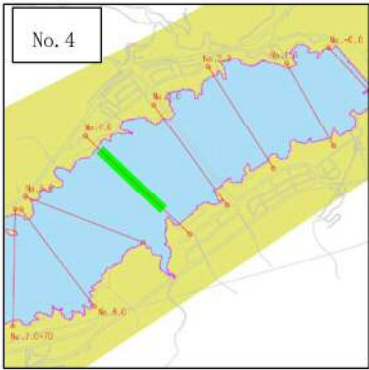
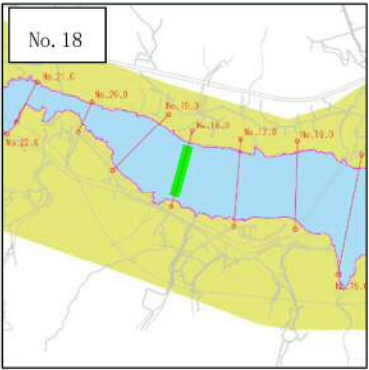
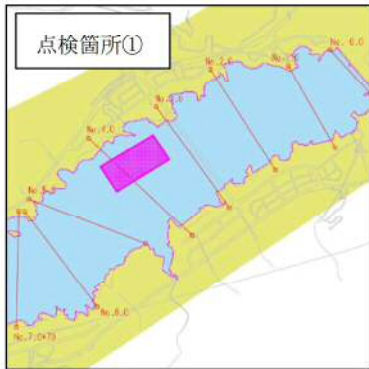
点検測量の数量は、『公共測量作業規定 第 13 条 点検測量率』に準じて行った。

表 3-6-2-1 点検測量率

	測量種別	点検測量率	点検測量率の適用
横断測線上の点検測量	横断測量	5%	測深範囲の横断測線本数
面的な精度検証	地形測量	2%	測深範囲の面積

点検測量を実施した測線および範囲を次に示す。

表 3-6-2-2 点検測量実施数量および箇所

ハッ場ダム	
測深範囲の横断測線数	43 本
〔 吾妻川 No1～No30+200 38 本 白砂川 SNo0+93.2～SNo4 5 本 〕	
点検測量率 5% (2.15)	2 本
測深範囲の面積	3.00 km ²
点検測量率 2% (0.06)	0.06 km ²
横断線上の点検測量実施測線	
No. 4	420 m
No. 18	250 m
計 2 本	670 m
面的なクロスチェックによる点検測量実施範囲	
点検箇所①	0.047 km ²
点検箇所②	0.032 km ²
計 2 本	0.079 km ²
横断測線上の点検測量箇所	
 	
面的なクロスチェックによる点検箇所	
 	

(2) 点検測量結果

ハッ場ダムの点検測量結果を下記にまとめる。

なお、水深差の許容範囲は、『改訂新版建設省河川砂防技術基準（案）同解説・調査編 日本河川協会編 平成 10 年 9 月 20 日 改訂新版第 4 刷 第 21 章 測量 第 10 節 定期横断測量 10.1 精度 湖、ダム』に記載の下記制限を参考に自社基準の制限値を使用した。

水深差の制限 : $\pm (10 + h/100)$ cm h : 深さ (cm) - 参考
 自社基準制限 : $\pm (8 + h/100)$ cm h : 深さ (cm) - 採用

表 3-6-2-3 横断測線上の点検測量結果

横断測線番号	出合差 m		水深 m	許容範囲 m	判定
No. 4	平均出合差	0.04			
	最大出合差	0.25	77.81	0.85	全て許容値内
No. 18	平均出合差	0.02			
	最大出合差	0.07	38.80	0.46	全て許容値内

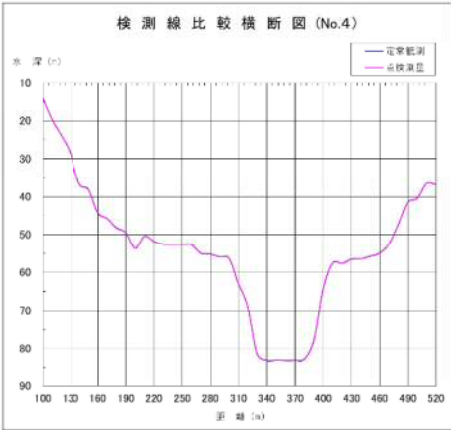
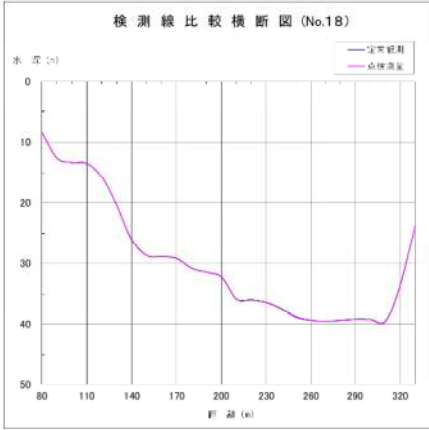
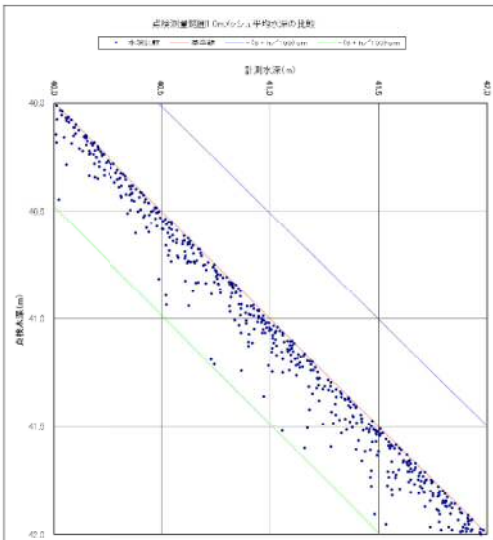
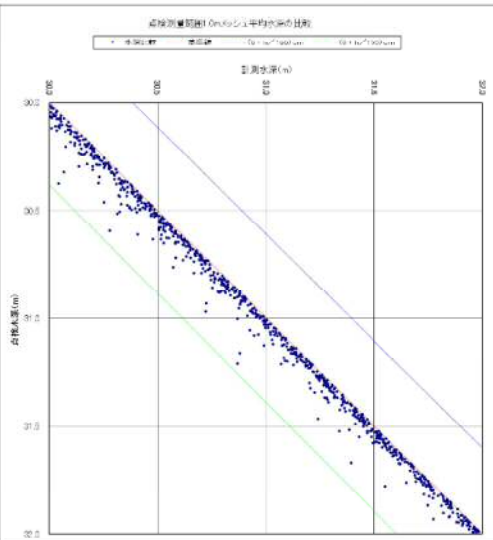



表 3-6-2-4 面的なクロスチェックによる精度検証結果

点検箇所	水深差 m		水深 m	許容範囲 m	判定
①	平均水深差	0.00			
	最大水深差	0.87	79.02	0.87	全て許容値内
②	平均水深差	-0.01			
	最大水深差	0.45	39.08	0.48	全て許容値内

点検箇所①一部拡大

点検箇所②一部拡大

3.7 測定記録処理および地形データ作成

3.7.1 測定記録処理

測定結果に基づき、記録整理、データ処理、成果図の作成を行い堆砂量の計算等に必要な各種処理、計算、編集等を各測量種別に行った。

3.7.2 地形データの作成

(1) ナローマルチビーム測深

ナローマルチビーム測深で取得した水深データは、喫水補正、水位補正、船体動揺補正（ロール、ピッチ、ヒープ）、方位補正、および音速度補正を行った後、入念に水中ノイズデータ（水中浮遊物、多重反射データ、水中植生物等）の除去を行い、ランダムデータ（標高データ）を作成した。構築されたランダムデータをモデリングして1 mメッシュの三次元地形データを作成した。三次元地形データ作成に至るまでの流れを下図のフローチャートに示す。

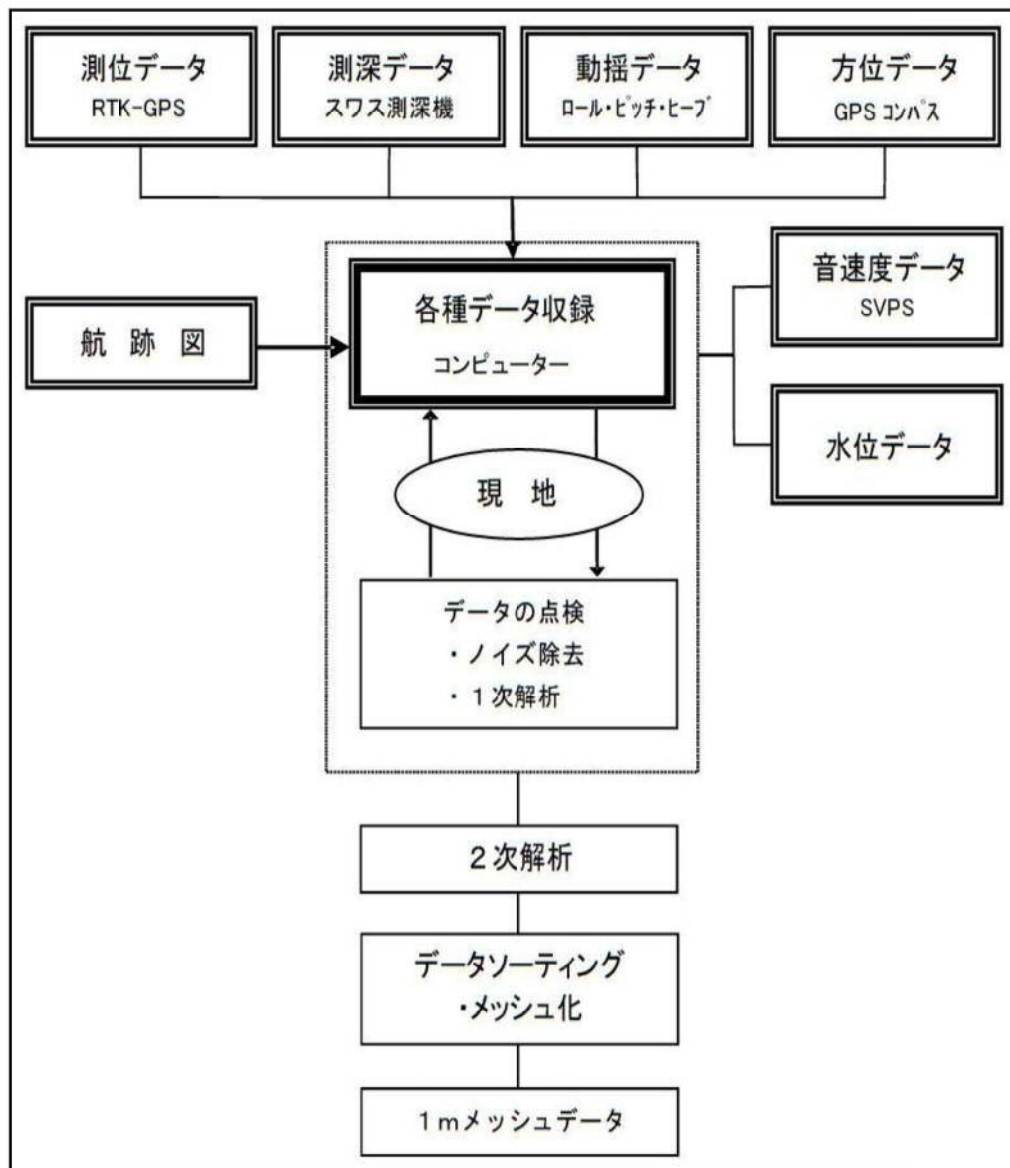


図 3-7-2-1 三次元計測データ解析フローチャート

3.8 三次元地形データの作成

3.8.1 既存測量成果と結合

本業務において取得したナローマルチビーム測深のメッシュデータと、既存の測量成果（令和元年度）のメッシュデータを結合し、総合的な三次元データを作成した。

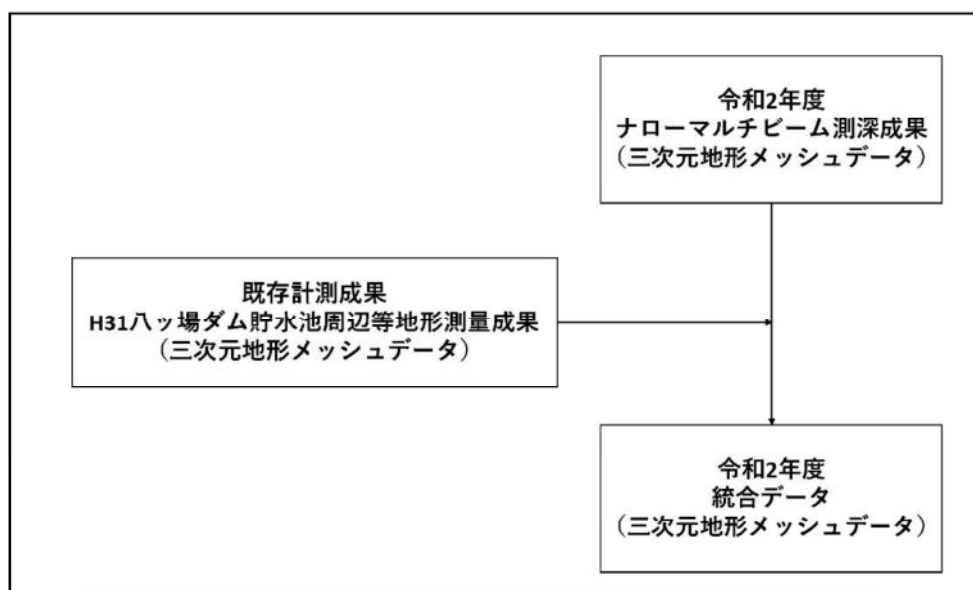


図 3-8-1 貯水池全体の三次元地形データの構成

3.8.2 過年度統合データの構成

今回のナローマルチビーム測深および航空レーザ計測と合わせて、貯水池の三次元データを作成した。貯水池全体の三次元地形データを取得するのは困難なことから、既存のデータと合成してデータを構築した。

合成に用いた過年度データを以下に示し、その使用した範囲を図面で示す。

表 3-8-2 三次元地形データの構成

ダム名	陸域データ	水面下データ
ハッ場ダム	令和元年度航空レーザ	令和2年度ナローマルチビーム測深

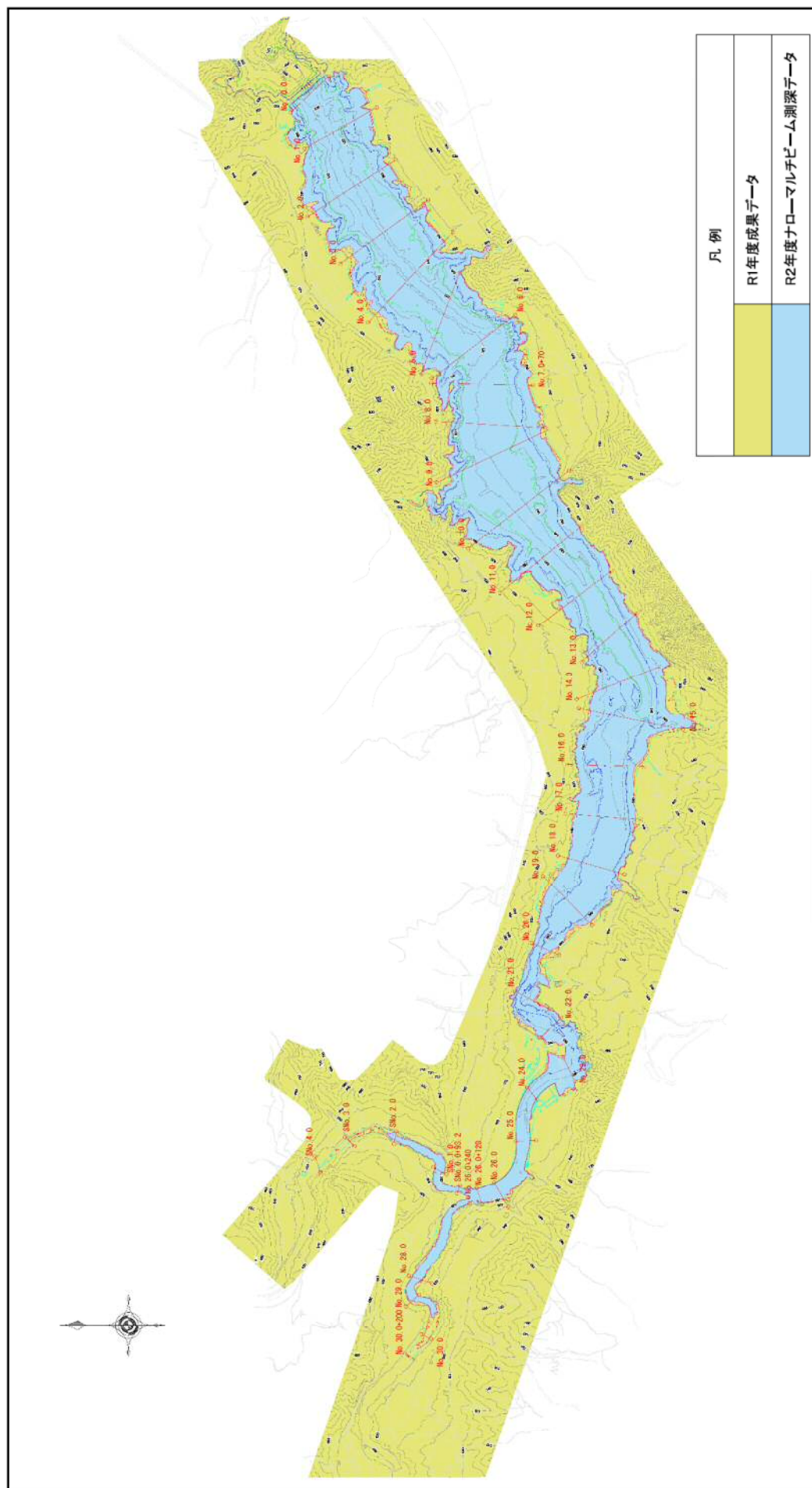


図 3-8-2-1 三次元地形データの構成

3.9 堆砂量計算

堆砂計算は、ダムの管理例規集（平成 18 年度版）に準拠して実施し、令和元年度（元河床）と令和 2 年度を比較した年間堆砂量を算出するとともに、湛水時からの累積堆砂量を算出した。なお計算は以下の方法で行い、それぞれの結果をとりまとめた。

- ① 三次元データを利用した貯水容量計算（採用）
1mメッシュの三次元地形データの貯水容量計算を実施（メッシュ法による計算）し、常時満水位までの貯水容量を求め、平均断面法による貯水容量計算結果と比較を行った。
- ② 令和元年度（元河床）三次元データと比較した 1 カ年の堆砂量（採用）
令和元年度（元河床）の三次元地形データから貯水容量を計算し、②で計算した貯水容量と比較し 1 カ年の堆砂量を計算した
- ③ 平均断面法による堆砂量計算（参考）
各測線の横断成果整理結果（LH データ）を用いて、測線間の平均容量に測線間距離を乗じる平均断面法により堆砂量の計算を行った。

3.10 背水計算

本業務で取得した LH データから現在洪水水位（CASE-1～3）の計算を行い、背水の影響が用地買収高の範囲内に収まるか検討を行った。CASE ごとの計算条件を以下の表にまとめて、示した。

表 3-10-1 背水計算条件一覧

CASE 名	計算開始水位(m)		測定区間毎の流量 $Q(m^3/s)$		
			吾妻川 No0 ～ No26+120	吾妻川 No26+120 ～ No30+200	白砂川 No26+120 ～ SNo4
CASE-1 計画洪水流量	558.83	ピーク流量時の 貯水位水位	3000.00	2010.00	990.00
包括 CASE-2 洪水時満水位時最大流量	583.00	常時満水位	1000.00	670.00	330.00
CASE-3 ピーク流量時	575.72	ピーク流量時の 貯水位水位	1940.00	1300.00	640.00

現在洪水水位とは、定期横断線において計画された流下量（設計洪水流量）が流れた場合、その時点の水位である。堆砂が進行した場合水路が狭まり、洪水水位が上昇する。この高さを求めるのが背水計算である。

背水計算は、ダム貯水池について不等流計算を実施し、計算条件は計算書に記載した。

なお、計算方法は水理計算ソフトウェア『奔流 Ver7.0』に LH データを入力して、値を算出した。

3.11 成果図の作成

作成した三次元データを基に、各種成果図を作成し、縮小版図面集にとりまとめた。

- ・縦断図 H：1/10,000 V：1/500 （平均河床高縦断図、最深河床高縦断図 他）
- ・横断図 H1/500 V：1/200 （前年度河床も記載）
- ・その他、平面図（等高線図、カラー段彩図、堆砂差分図 他）

4 測量結果

4.1 平均断面法による計算結果

運用開始から1年目となるハッ場ダム堆砂量計算結果は以下のとおりであった。なお、計画堆砂量が100年で17,500千 m^3 としているため、年間計画堆砂量は175千 m^3 として設定されている。

計算の結果、本年度の現在総貯水容量が約104,761千 m^3 で全堆砂量が2,739千 m^3 となり、初年度となるため年間堆砂量も同一値となる。また、年間計画堆砂量の175千 m^3 に比べ16倍近い土砂流入となった。

表 4-1-1 堆砂量計算結果

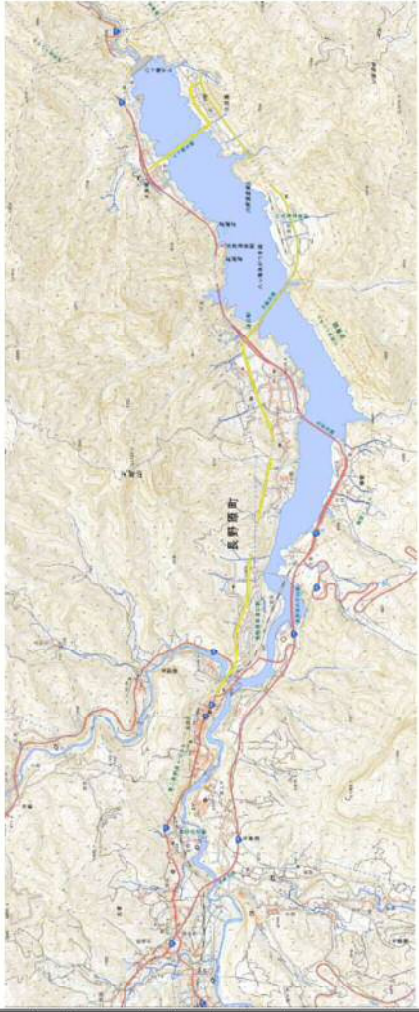
項目	結果	備考
現在総貯水容量	104,761 千 m^3	EL583.0m 以下
全堆砂量	2,739 千 m^3	
年間堆砂量	2,739 千 m^3	
総貯水容量に対する堆砂率	2.60 %	
計画堆砂量に対する堆砂率	0.16 %	
有効貯水容量内堆砂量	1,118 千 m^3	EL583.0～536.3m
堆砂容量内堆砂量	1,622 千 m^3	EL536.3m 以下

尚、横断測線ごとの計算元となるデータは以下の一覧表通りである。

表 4-1-2 横断測線毎の計算元データ

距離標	計算元データ	距離標	計算元データ
NO. 0	R2NMB+R1 航空レーザ	NO. 19	R2NMB+R1 航空レーザ
NO. 1	R2NMB+R1 航空レーザ	NO. 20	R2NMB+R1 航空レーザ
NO. 2	R2NMB+R1 航空レーザ	NO. 21	R2NMB+R1 航空レーザ
NO. 3	R2NMB+R1 航空レーザ	NO. 22	R2NMB+R1 航空レーザ
NO. 4	R2NMB+R1 航空レーザ	NO. 23	R2NMB+R1 航空レーザ
NO. 5	R2NMB+R1 航空レーザ	NO. 24	R2NMB+R1 航空レーザ
NO. 6	R2NMB+R1 航空レーザ	NO. 25	R2NMB+R1 航空レーザ
NO. 7+70	R2NMB+R1 航空レーザ	NO. 26	R2NMB+R1 航空レーザ
NO. 8	R2NMB+R1 航空レーザ	NO. 26+120	R2NMB+R1 航空レーザ
NO. 9	R2NMB+R1 航空レーザ	NO. 26.240	R2NMB+R1 航空レーザ
NO. 10	R2NMB+R1 航空レーザ	NO. 28	R2NMB+R1 航空レーザ
NO. 11	R2NMB+R1 航空レーザ	NO. 29	R2NMB+R1 航空レーザ
NO. 12	R2NMB+R1 航空レーザ	NO. 30	R1 航空レーザ
NO. 13	R2NMB+R1 航空レーザ	NO. 30+200	R1 航空レーザ
NO. 14	R2NMB+R1 航空レーザ	SNO. 0+93.2	R2NMB+R1 航空レーザ
NO. 15	R2NMB+R1 航空レーザ	SNO. 1	R2NMB+R1 航空レーザ
NO. 16	R2NMB+R1 航空レーザ	SNO. 2	R2NMB+R1 航空レーザ
NO. 17	R2NMB+R1 航空レーザ	SNO. 3	R1 航空レーザ
NO. 18	R2NMB+R1 航空レーザ	SNO. 4	R1 航空レーザ

表 4-1-3 堆砂台帳

1 ダム名	ハ ッ 場 ダ ム	位 置 図					ダム名
2 水系河川名	利根川水系吾妻川						ハ ッ 場 ダ ム
3 都道府県	群馬県						
4 事業別	多 目 的						
5 管理者名	国土交通大臣						
6 竣工年月	令和 2 年 4 月						
7 形式及び高さ (m)	重力式コンクリートダム 116.0						
8 集水面積 (km ²)	711.40						
9 貯水面積 (km ²)	3.00						
10 当初貯水量 (10 ³ m ³)	107,500						
11 計画堆砂量 (10 ³ m ³)	17,500						
12 計画堆砂年 (年)	100						
13 計画比流砂量 (m ³ /年/Km ²)	245.93						
年 度	項 目	令和2年度					
年 度	14 現在総貯水量 (10 ³ m ³)	104,761					
	15 堆砂量(10-14) (10 ³ m ³)	2,739					
	16 有効容量内堆砂量 (10 ³ m ³)	1,118					
	17 死水容量内堆砂量 (10 ³ m ³)	1,622					
年 度	18 調査年月	19 経過年数	20 (15/10) 全堆砂率 %	21 (15/11) 堆砂率 %	22 (15/19/8) 平均比流砂量 (m ³ /年/Km ²)	その他特記事項	
	令和2年度	2.11	1	0.03	0.16	3.85	

区間別の年間堆砂量を図 4-1-1 に示す。

今年度のナローマルチビーム測深範囲は、NO. 0～NO. 29、SN0. 0+93. 2～SN0. 2 となる。それ以外に属する横断線については、令和元年度の航空レーザ測量データを利用している。

貯水池全体（吾妻川）では、標高 3 区分ともに顕著な堆砂が確認され、支流である白砂川区間の変化が少ないことが見受けられた。最も堆砂状況が顕著であった NO. 16 横断面の変状箇所を抽出してを図 4-1-2 に示す。また、堆砂状況の概略を図 4-1-3 の平面図に示した。

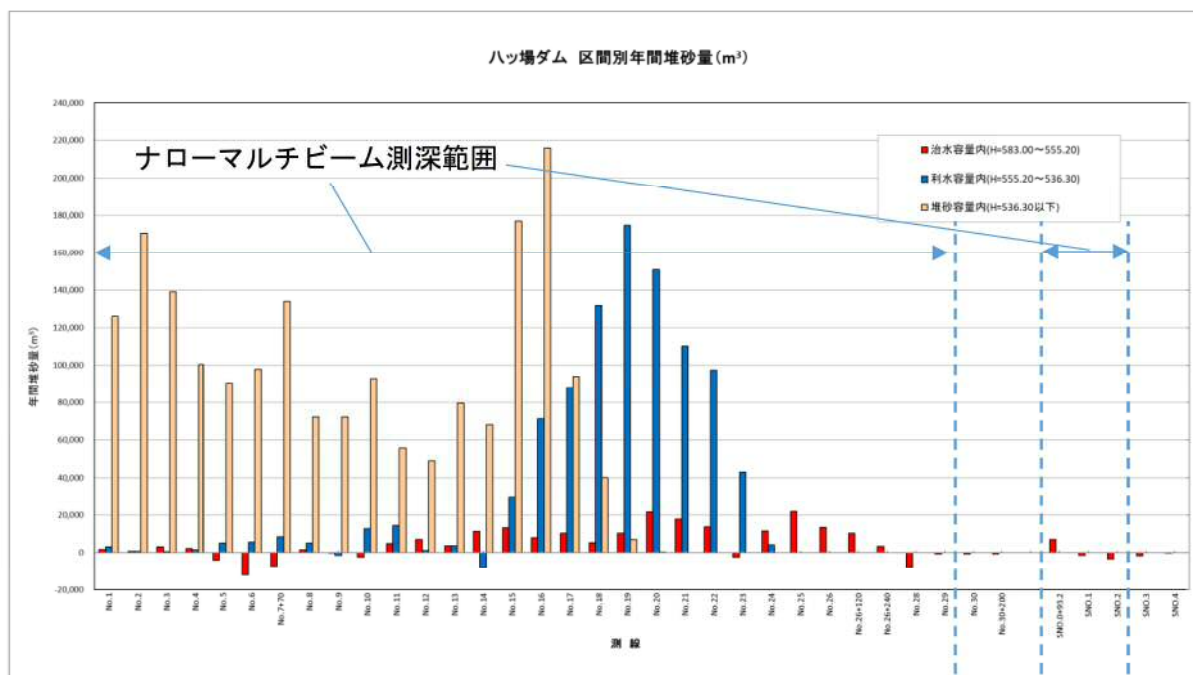


図 4-1-1 区間別年間堆砂量

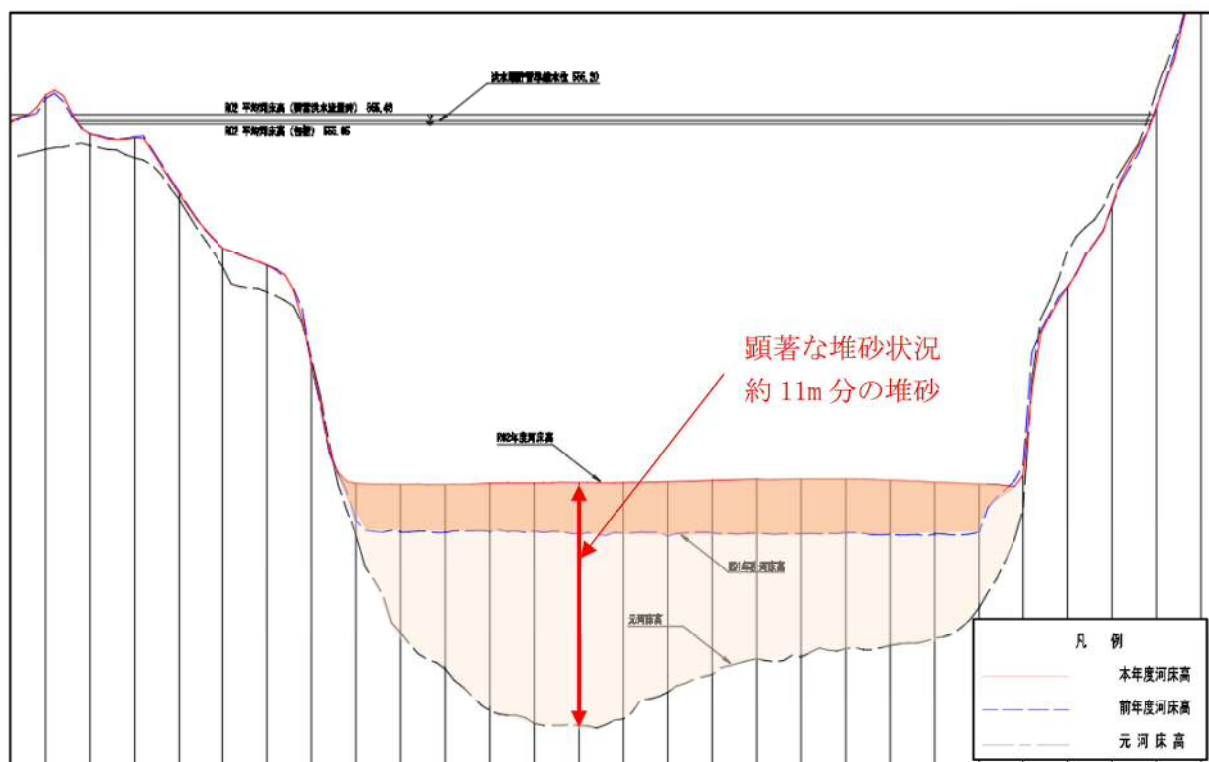


図 4-1-2 比較横断面図 NO. 16

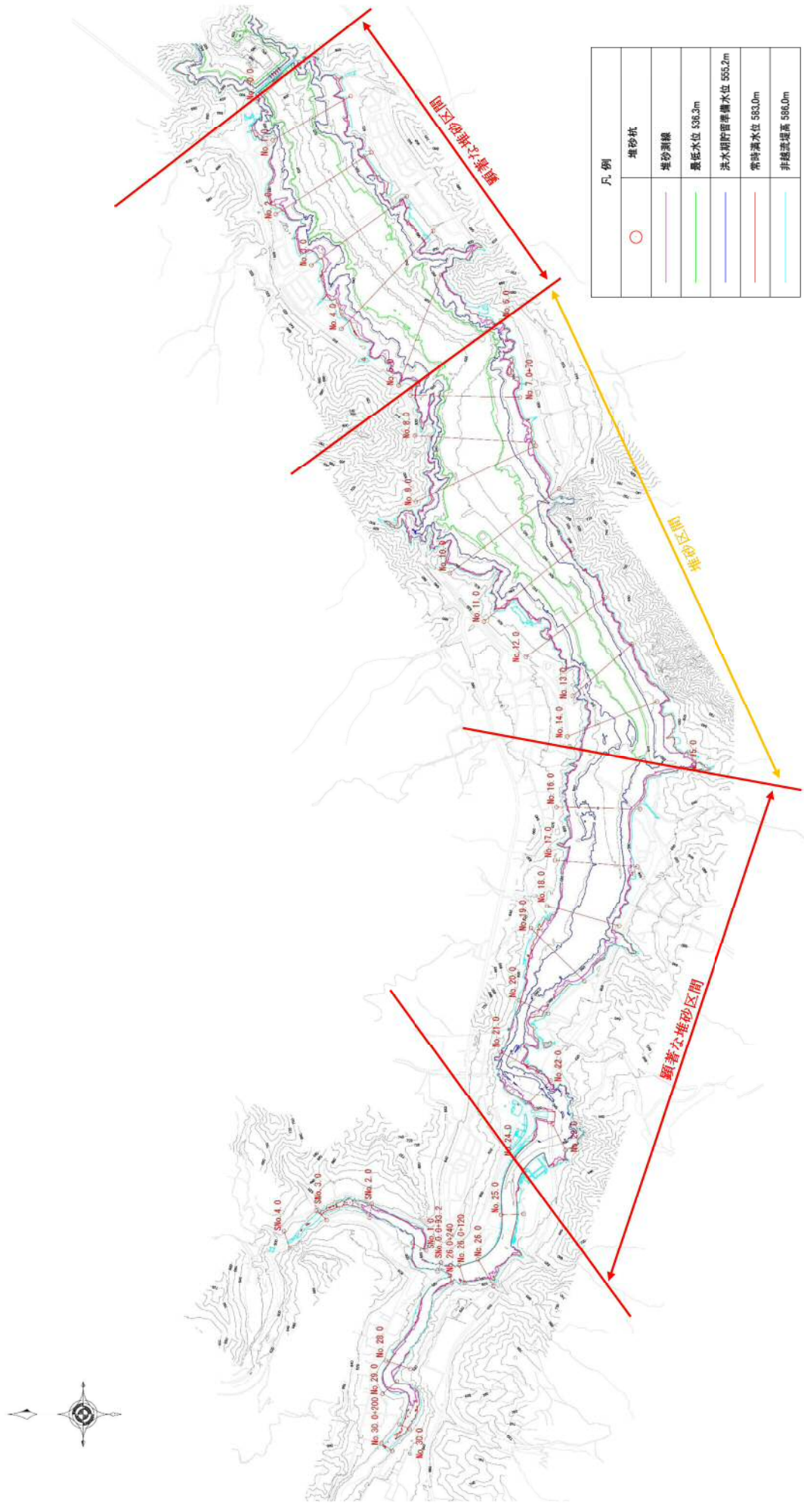


图 4-1-3 平面图

図 4-1-4 に年間-堆砂量曲線図を示す。今年度は堆砂測量の初年度に当たるため、点でしか表現が出来ないが、年間計画堆砂量 175 千 m^3 に対して、2,739 千 m^3 の期間堆砂量となった。年間計画の約 16 倍の堆砂量となる。

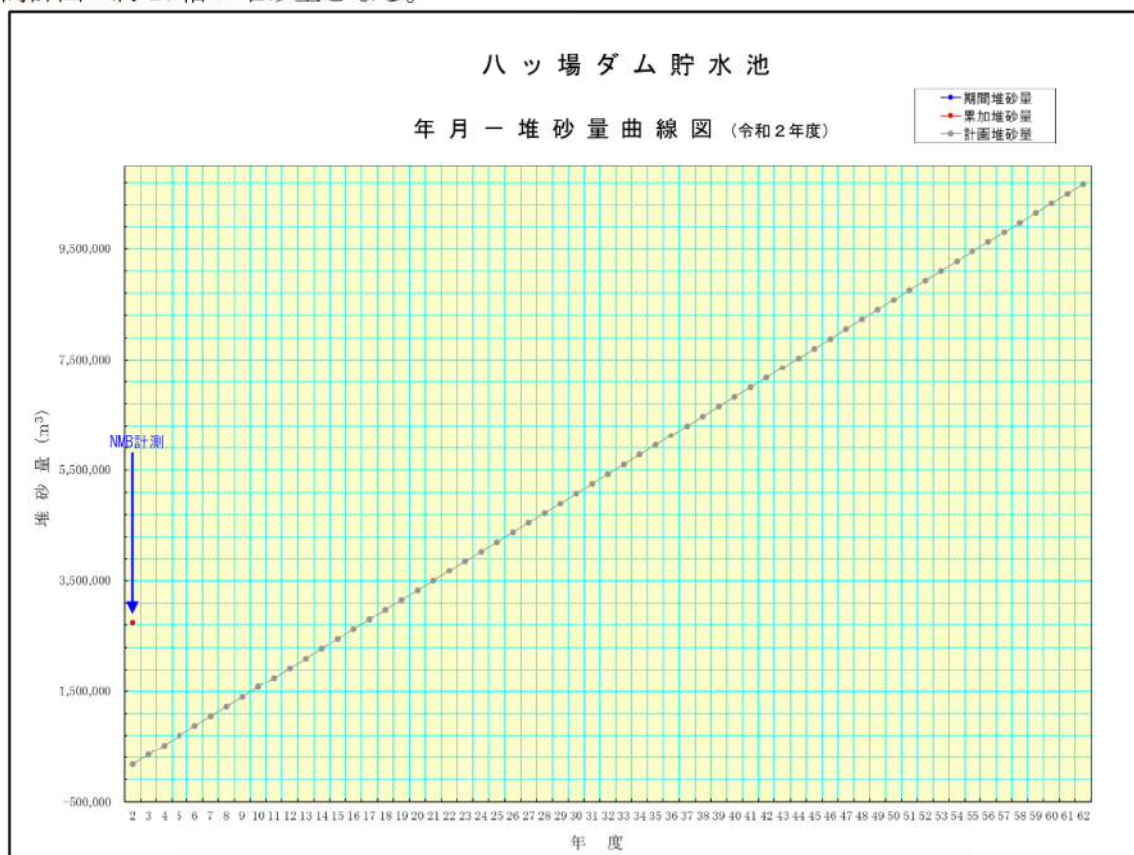


図 4-1-4 年間-堆砂量曲線

図 4-1-5 に水深-堆砂量曲線図を示す。今年度と元河床（令和元年度 8 月測量データ）との貯水容量差から算出した累加堆砂率と水深の関係を示すものである。

グラフから標高 535m、545m で 0.4% 強の区間堆砂率を示し、当該標高区間で堆砂傾向の割合が高いことが分かる。

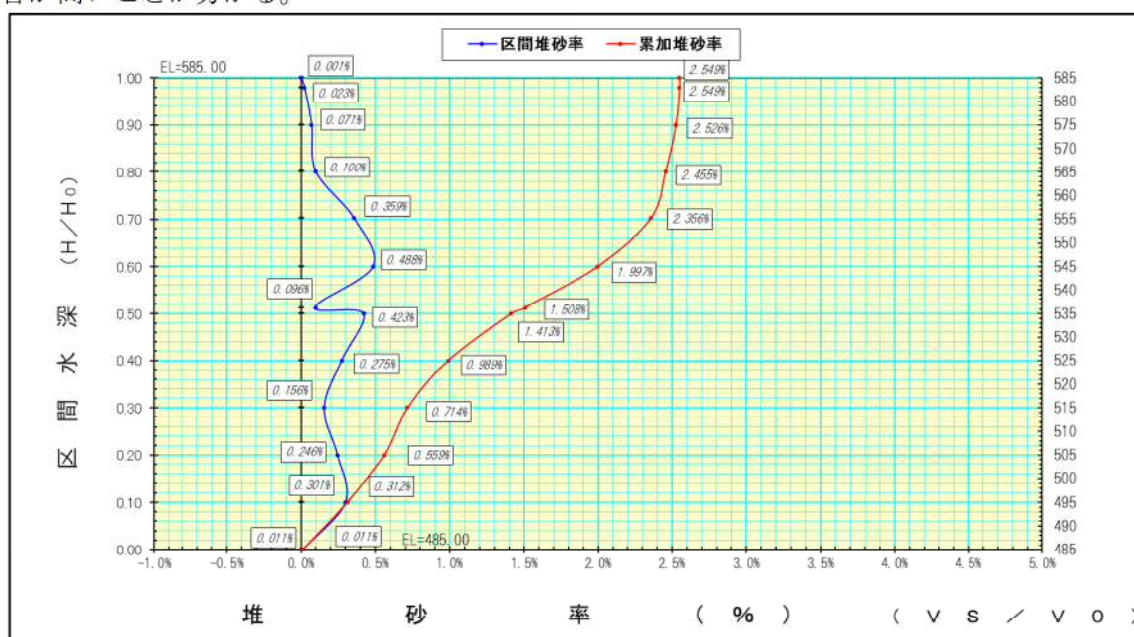


図 4-1-5 水深-堆砂量曲線図

4.2 三次元地形データから算出した貯水容量

本業務で構築した常時満水位以下全域の1mメッシュ三次元地形データから貯水容量計算を行い、平均断面法による貯水容量計算結果と比較を行った。その結果を表4-2-1に示す。

また、今年度のナローマルチビーム測深にて、データの取得ができなかった標高の高い部分については、令和元年度の航空レーザ測量データと合成して、地形のモデリングを行った。

表4-2-1 三次元データを利用した貯水容量比較（小数点以下省略値）

単位(m³)

ダム名	三次元データを利用した貯水容量計算	平均断面法による貯水容量計算	計算手法による総貯水容量差	貯水容量に対する容量差の割合
ハッ場ダム	98,751,748	106,594,797	-8,231,698	-8.34 %

<ダム諸元>

ハッ場ダム 総貯水容量：583m³以下

三次元地形データを利用した貯水容量計算では標高毎に計算ができるため、0.1m毎のH-Vグラフを作成した。H-V曲線はダム管理では非常に必要な資料であり、三次元地形データを扱うようになり、曲線を更新することが容易となった。

一覧表や区間毎の貯水容量計算結果等は、データが多いため参考資料として別途取りまとめた。以下に湛水時の計画と本年度のメッシュ法計算結果、及びに平均断面法計算結果を並べたH-V曲線を示す。

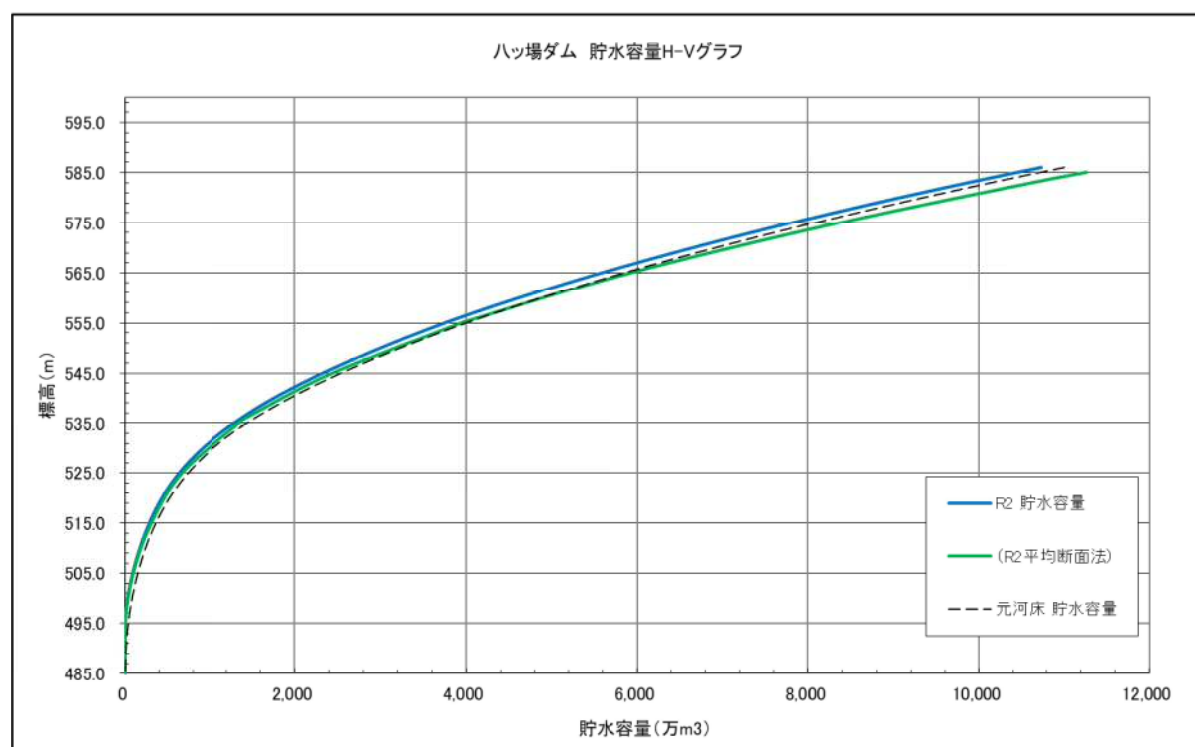


図4-2-1 H-V曲線

4.3 三次元地形データによる計算比較（R1 vs H30）

前回 1mメッシュ三次元地形モデルを構築している令和元年度のデータと、本業務で構築した 1mメッシュ三次元地形モデルの貯水容量差を算出し、1 ㇰ年の期間堆砂量を算出した。計算結果を表 4-3-1 に示す。

表 4-3-1 三次元地形データを利用した 1 ㇰ年期間の堆砂量（小数点以下省略値）

単位(m3)

ダム名	令和2年度 総貯水容量	令和元年度 総貯水容量	1 ㇰ年期間堆砂量
ハツ場ダム	98, 751, 745	101, 491, 083	2, 739, 337

4.4 差分図による地形変化

令和元年度の 1m メッシュと各点の差分を計算して、地形の上昇と下降をそれぞれ温暖色系と寒冷色系で表示して地形の変化を可視化した図面を作成した。ダムの地形変化状況を取りまとめ、差分図上に注釈を加えた。

また、今年度に至るまでに令和元年 8 月の湛水前・航空レーザ測量、同年 12 月の最低水位到達後・航空レーザ測量、及びに今年度の貯水池内深浅測量という 3 期間分のデータがあるため、地形変状をより明確に把握するため、各データを対比した差分図を作成した。

～ 地形変化概要 ～

①令和元年 8 月～令和元年 12 月

- ・全域で堆砂が確認できる状態である
- ・NO.0～6、No.15～25 で 3～7m 程度の堆砂傾向

②令和元年 8 月～令和 2 年 11 月

- ・全域で堆砂が確認できる状態である
- ・NO.15～NO.22 区間で、5m を超える堆砂傾向
- ・NO.15 の川幅が狭まるところで、顕著な堆砂
- ・NO.21～22 区間の湾曲部に顕著な堆砂
- ・NO.24 より上流部については、変状なし

③令和元年 12 月～令和 2 年 11 月

- ・横断線 NO.15 上の堆砂が最も顕著である
- ・NO.15～21 区間で、1～2m 程度の堆砂傾向
- ・NO.21～26+120 区間で、1～2m 程度の侵食傾向

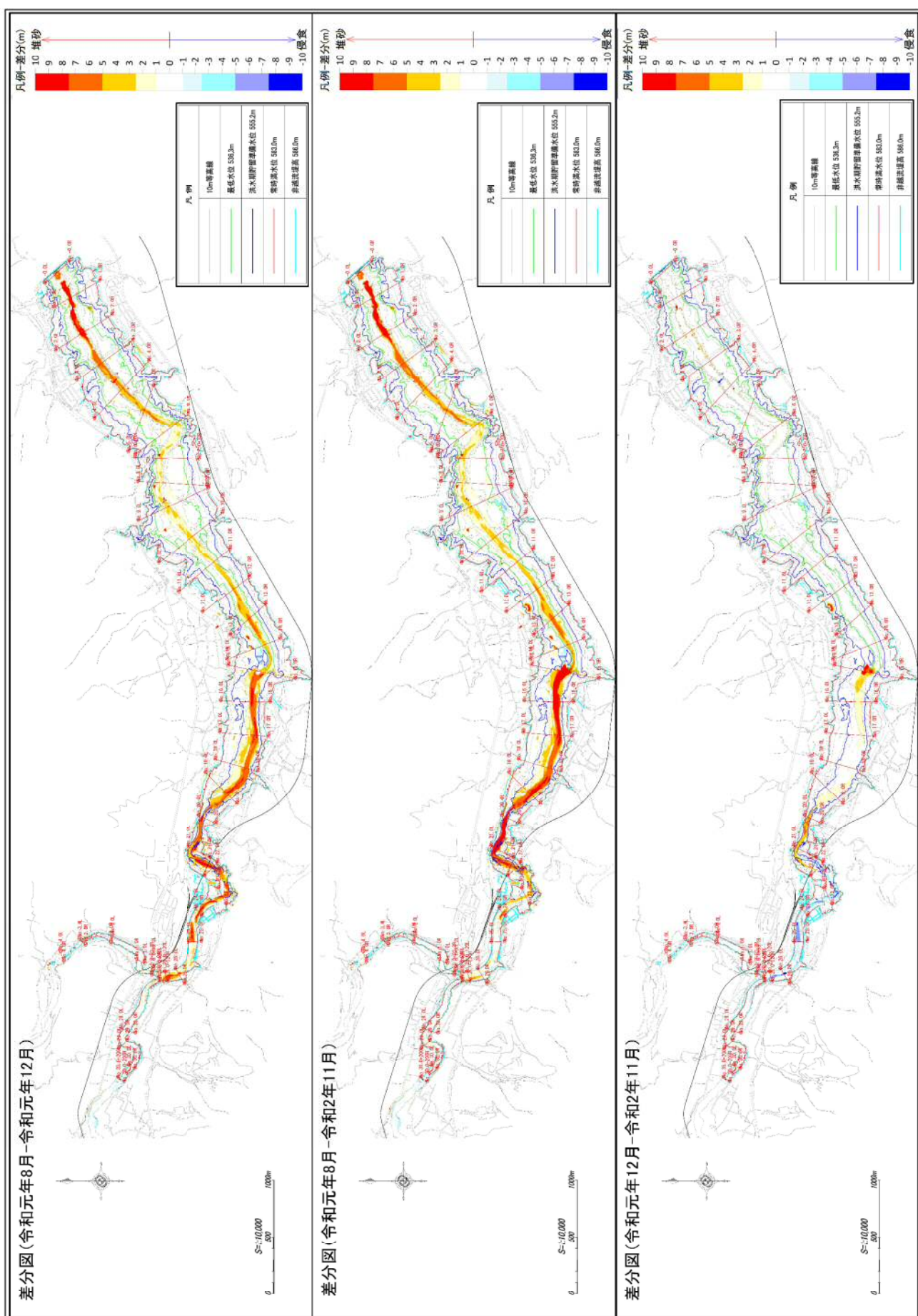


図4-4-1 3時期分-差分図

4.5 背水計算結果

本年度の計算条件は、3.10 項に示した条件を使用した。

本年度取得したデータから LH 表を作成し、不等流計算法により現在洪水位および限界水深を計算した。以下に、現在洪水位状況一覧表を表 4-5-1 に、本年度算出した現在洪水位を表 4-5-2（吾妻川）、表 4-5-3（白砂川）に示す。

なお、本計算は起業地を算定した測線とは別の測線による試算結果であり、今後、起業地の算定測線で検証する必要がある。

表 4-5-1 現在洪水位状況一覧

河川名	現在洪水位が用地買収高を越えている 測線とその平面幅
吾妻川	左岸) なし 右岸) NO. 28 : 3.62m
白砂川	左岸) なし 右岸) なし

表 4-5-2 現在洪水位（吾妻川）

測点名	区間距離	追加距離	河床高	CASE-1	CASE-2	CASE-3	CASE-1~3 (包括)	用地買収高	
				計画洪水 流量時 洪水位 (m)	洪水時 満水位時 最大流量 洪水位 (m)	ピーク 流量時 洪水位 (m)	現在 洪水位 (m)	左岸 (m)	右岸 (m)
No0		0.000	489.580	558.830	583.000	575.720	583.000	-	-
No1	263.400	263.400	495.340	558.829	583.000	575.720	583.000	-	-
No2	339.470	602.870	495.440	558.832	583.000	575.720	583.000	-	-
No3	314.700	917.570	496.920	558.832	583.000	575.720	583.000	-	-
No4	295.540	1213.110	497.780	558.833	583.000	575.721	583.000	-	-
No5	271.590	1484.700	498.580	558.832	583.000	575.721	583.000	-	-
No6	306.750	1791.450	499.710	558.833	583.000	575.721	583.000	-	-
No7+70	374.620	2166.070	503.730	558.831	583.000	575.720	583.000	-	-
No8	222.110	2388.180	505.800	558.833	583.000	575.720	583.000	-	-
No9	251.280	2639.460	509.010	558.834	583.000	575.721	583.000	-	-
No10	340.880	2980.340	514.930	558.834	583.000	575.721	583.000	-	-
No11	297.810	3278.150	516.830	558.824	583.000	575.720	583.000	-	-
No12	297.240	3575.390	520.460	558.820	583.000	575.719	583.000	-	-
No13	296.110	3871.500	525.360	558.828	583.000	575.720	583.000	-	-
No14	267.400	4138.900	528.140	558.818	583.000	575.720	583.000	-	-
No15	289.710	4428.610	537.450	558.845	583.000	575.721	583.000	-	-
No16	295.210	4723.820	538.730	558.808	583.000	575.719	583.000	-	-
No17	297.410	5021.230	539.860	558.837	583.000	575.719	583.000	-	-
No18	302.240	5323.470	541.680	558.866	583.000	575.719	583.000	-	-
No19	301.560	5625.030	545.250	558.828	583.000	575.719	583.000	-	-
No20	303.930	5928.960	551.620	563.182	582.985	575.523	582.985	-	-
No21	298.340	6227.300	553.280	569.321	583.004	575.788	583.004	587.120	-
No22	298.470	6525.770	554.430	569.487	583.006	575.810	583.006	587.440	-
No23	332.260	6858.030	555.490	569.516	583.008	575.830	583.008	584.810	-
No24	257.600	7115.630	557.910	568.888	582.993	575.718	582.993	-	598.880
No25	279.800	7395.430	561.610	571.926	583.000	575.828	583.000	589.310	593.470
No26	325.430	7720.860	564.620	572.574	583.008	575.863	583.008	593.800	586.610
No26+120	110.200	7831.060	566.130	573.948	582.998	575.792	582.998	596.570	585.730
No26+240	63.490	7894.550	564.580	582.296	582.689	580.053	582.689	584.720	594.520
No28	561.880	8456.430	576.860	590.810	583.544	587.945	590.810	597.200	590.320
No29	139.090	8595.520	577.560	590.798	583.576	587.944	590.798	598.040	595.730
No30	293.890	8889.410	581.310	590.584	585.457	587.920	590.584	602.470	595.580
No30+200	148.640	9038.050	583.080	590.466	587.313	588.962	590.466	597.460	597.610

表 4-5-3 現在洪水位（白砂川）

測点名	区間距離 Δ x (m)	追加距離 Σ x (m)	河床高 Zb (m)	CASE-1	CASE-2	CASE-3	CASE -1~3 (包括)	用地買収高	
				計画洪水 流量時 洪水位 (m)	洪水時 満水位時 最大流量 洪水位 (m)	ピーク 流量時 洪水位 (m)	現在 洪水位 (m)	左岸 (m)	右岸 (m)
No0		0.000	489.580	558.830	583.000	575.720	583.000	-	-
No1	233.400	263.400	495.340	558.829	583.000	575.720	583.000	-	-
No2	339.470	602.870	495.440	558.832	583.000	575.720	583.000	-	-
No3	314.700	917.570	496.920	558.832	583.000	575.720	583.000	-	-
No4	295.540	1213.110	497.780	558.833	583.000	575.721	583.000	-	-
No5	271.590	1484.700	498.580	558.832	583.000	575.721	583.000	-	-
No6	336.750	1791.450	499.710	558.833	583.000	575.721	583.000	-	-
No7+70	374.620	2166.070	503.730	558.831	583.000	575.720	583.000	-	-
No8	222.110	2388.180	505.800	558.833	583.000	575.720	583.000	-	-
No9	251.280	2639.460	509.010	558.834	583.000	575.721	583.000	-	-
No10	340.880	2980.340	514.930	558.834	583.000	575.721	583.000	-	-
No11	297.810	3278.150	516.830	558.824	583.000	575.720	583.000	-	-
No12	297.240	3575.390	520.460	558.820	583.000	575.719	583.000	-	-
No13	296.110	3871.500	525.360	558.828	583.000	575.720	583.000	-	-
No14	257.400	4138.900	528.140	558.818	583.000	575.720	583.000	-	-
No15	239.710	4428.610	537.450	558.845	583.000	575.721	583.000	-	-
No16	295.210	4723.820	538.730	558.808	583.000	575.719	583.000	-	-
No17	297.410	5021.230	539.860	558.837	583.000	575.719	583.000	-	-
No18	302.240	5323.470	541.680	558.866	583.000	575.719	583.000	-	-
No19	301.560	5625.030	545.250	558.828	583.000	575.719	583.000	-	-
No20	303.930	5928.960	551.620	563.182	582.985	575.523	582.985	-	-
No21	298.340	6227.300	553.280	569.321	583.004	575.788	583.004	587.120	-
No22	298.470	6525.770	554.430	569.487	583.006	575.810	583.006	587.440	-
No23	332.260	6858.030	555.490	569.516	583.008	575.830	583.008	584.810	-
No24	257.600	7115.630	557.910	568.888	582.993	575.718	582.993	-	598.880
No25	279.800	7395.430	561.610	571.926	583.000	575.828	583.000	589.310	593.470
No26	325.430	7720.860	564.620	572.574	583.008	575.863	583.008	593.800	586.610
No26+120	110.200	7831.060	566.130	573.948	582.998	575.792	582.998	596.570	585.730
SNo0+93.2	122.460	7953.520	561.890	576.865	583.012	576.317	583.012	594.200	586.060
SNo1	204.750	8158.270	570.170	577.919	583.037	576.360	583.037	593.960	585.810
SNo2	340.890	8499.160	578.330	583.188	583.117	582.300	583.188	586.700	586.440
SNo3	282.510	8781.670	582.970	589.204	586.396	587.948	589.204	590.130	593.810
SNo4	227.960	9009.630	586.400	592.251	589.557	590.897	592.251	596.090	593.180

4.6 ダムの区間容量、堆砂量について

洪水期における貯留容量を把握することは、ダム管理上重要なことである。ハッ場ダムの標高区分別貯水容量を以下に示す。

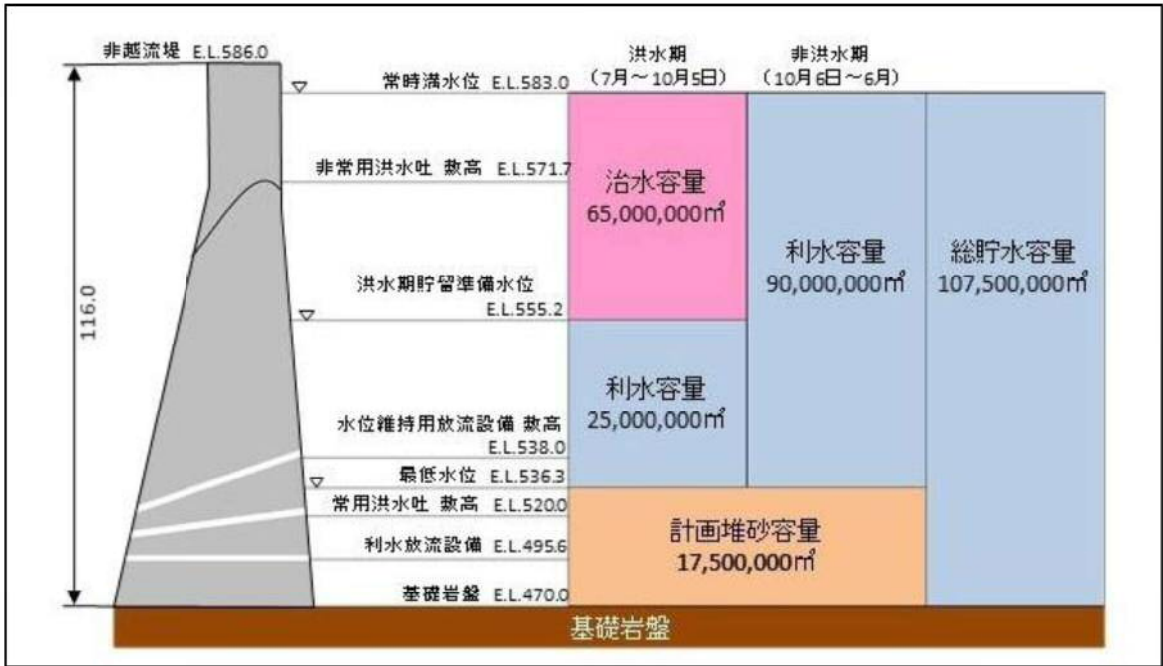


図 4-6-1 標高区分別貯水容量（ダム HP より）

以下の表より、利水・堆砂容量内の堆砂が進行しているように見受けられるが、令和 2 年 4 月竣工から本年度測量期間まで 7 か月を経過した段階であるため、堆砂対策等を検討するには材料が乏しい状態である。ただし、堆砂容量内の堆砂量が年間 10%で推移していくとなると 10 年後には満砂状態になり、利水・治水容量に障害が及ぶ状況になると推察する。

表 4-6-1 令和 2 年度-標高区分貯水容量

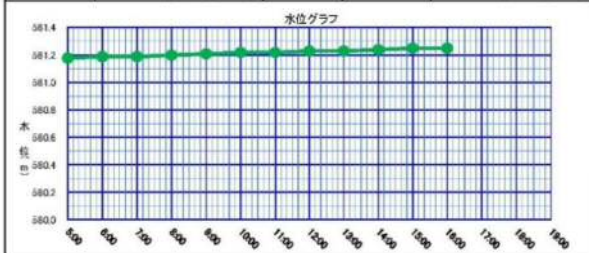
	ハッ場ダム	治水容量 583.0～555.2m	利水容量 555.2～536.3m	堆砂容量 536.3m以下	全容量
A	容量諸元値 (m3)	65,000,000	25,000,000	17,500,000	107,500,000
B	累計堆砂量 (m3)	207,380	910,820	1,621,530	2,739,730
C	現在貯水容量 (m3)	64,792,620	24,089,180	15,878,470	104,760,270
D	貯水容量比率 C/A	99.7%	96.4%	90.7%	97.5%

5 まとめ

本年度、ハッ場ダムの堆砂測量としては、初年度に当たる。貯水池深淺測量が当初 3.00km²（想定水位：EL583.0m）で計画されていたが、測量期間中に想定されていた貯水位まで上昇せず、2.61 km² のデータ取得面積となった。11 月 23 日の貯水位記録簿を抜粋して、以下（表 5-1）に示す。

表 5-1 貯水位記録簿（11 月 24 日）

ハッ場ダム		水位 (m)			水位 (m)			水位 (m)		
時刻	観測値	基準値	平均値	時刻	観測値	基準値	平均値	時刻	観測値	基準値
平成32年11月23日	5:00		581.18	10:00		581.22		15:00		581.25
	5:10			10:10				15:10		
標高	5:20			10:20				15:20		
時刻	水位 (m)			10:30				15:30		
0:00	581.15	5:40		10:40				15:40		
1:00	581.15	5:50		10:50				15:50		
2:00	581.16	6:00	581.19	11:00	581.22			16:00	581.25	
3:00	581.16	6:10		11:10				16:10		
4:00	581.18	6:20		11:20				16:20		
5:00	581.18	6:30		11:30				16:30		
6:00	581.19	6:40		11:40				16:40		
7:00	581.19	6:50		11:50				16:50		
8:00	581.20	7:00	581.19	12:00	581.23			17:00	0.00	
9:00	581.21	7:10		12:10				17:10		
10:00	581.22	7:20		12:20				17:20		
11:00	581.22	7:30		12:30				17:30		
12:00	581.23	7:40		12:40				17:40		
13:00	581.23	7:50		12:50				17:50		
14:00	581.24	8:00	581.20	13:00	581.23			18:00	0.00	
15:00	581.25	8:10		13:10				18:10		
16:00	581.25	8:20		13:20				18:20		
17:00		8:30		13:30				18:30		
18:00		8:40		13:40				18:40		
19:00		8:50		13:50				18:50		
20:00		9:00	581.21	14:00	581.24			19:00	0.00	
21:00		9:10		14:10				19:10		
22:00		9:20		14:20				19:20		
23:00		9:30		14:30				19:30		
計		9:40		14:40				19:40		
平均		9:50		14:50				19:50		
最大		h	m	m	最小		h	m	m	
		h	m	m			h	m	m	



(1) ナローマルチビーム測深について

本年度のナローマルチビーム測深は、超小型無人ボート測深を含めると吾妻川 NO. 29、白砂川 SN0.2 までの範囲のデータを取得でき、昨年 12 月に実施された航空レーザ測深の補備測量であったナローマルチビーム測深面積：0.83km² に比べて、2.61km² と広範囲のデータ取得が出来た。

(2) 貯水容量・堆砂量計算について

本年度の貯水容量・堆砂量計算については、航空レーザ測量データが直近であったことより、平均断面法の算出値を参考値として、3 次元地形データからメッシュ法を用いた計算方法を採用値とした。

採用した理由として、平均断面法では横断面データ (LH) の河積に区間距離を乗じて貯水容量等を算出する。そのため、測線間に当たる区間については、按分した値となり、実際の地形を反映していない問題を含んでいる。

3 次元地形データを利用する方法 (メッシュ法) では、横断測線に縛られることなく取得したデータの全域の貯水容量・堆砂量が算出可能である。また、面的な測深を経年実施し、データを更新することにより、詳細な堆砂計算や地形変状等を把握することが可能となる。

(3) 3 時期分の 3 次元地形データによる貯水容量・堆砂量計算結果について

3 時期分のデータについて、メッシュ法による計算を行った。堆砂量の基準は、①湛水前、及びに最低水位到達後の 2 パターンの計算を行った。

貯水容量・堆砂量算出結果を以下に示す。また、使用したデータは以下である。

～使用データ～

①湛水前 令和元年 8 月 航空レーザ測量

②最低水位到達後 令和元年 12 月 航空レーザ測深＋ナローマルチビーム測深

③本年度、3 次元計測業務データ＋過年度航空レーザ測量データ

・湛水前を基準とした場合

総堆砂量 ①-②：2,512 千 m^3

①-③：2,740 千 m^3

・最低水位到達後を基準とした場合

総堆砂量 ②-③：228 千 m^3

表 5-2 メッシュ法による貯水容量計算結果

●メッシュ法による貯水容量計算結果（容量配分毎）

容量配分		貯水位(m)	④計画 貯水容量(m^3)	①湛水前 R01年8月 LP 貯水容量(m^3)	②湛水後 最低水位到達後 R01年12月 LP + NMB 貯水容量(m^3)	③竣工後 R02年11月 NMB 貯水容量(m^3)
総貯水容量		583.0m以下	107,500,000	101,491,470	98,979,631	98,751,745
洪水期	治水容量	583.0m ～ 555.2m	65,000,000	61,109,238	60,728,459	60,901,861
	利水容量	555.2m ～ 536.3m	25,000,000	24,760,045	24,064,208	23,849,223
非洪水期	利水容量	583.0m ～ 536.3m	90,000,000	85,869,282	84,792,667	84,751,084
堆砂容量		536.3.0m以下	17,500,000	15,622,188	14,186,964	14,000,662

表 5-3 メッシュ法による堆砂量計算結果（湛水前基準）

●メッシュ法による堆砂量累計計算結果（①湛水前測量を基準とする）

容量配分		貯水位(m)	-	※①湛水前容量基 準	①-② 累計堆砂量(m^3)	①-③ 累計堆砂量(m^3)
総貯水容量		583.0m以下	-	0	2,511,839	2,739,725
洪水期	治水容量	583.0m ～ 555.2m	-	0	380,778	207,377
	利水容量	555.2m ～ 536.3m	-	0	695,837	910,822
非洪水期	利水容量	583.0m ～ 536.3m	-	0	1,076,615	1,118,199
堆砂容量		536.3.0m以下	-	0	1,435,224	1,621,526

表 5-4 メッシュ法による堆砂量計算結果（湛水後基準）

●メッシュ法による堆砂量累計計算結果（②湛水後測量を基準とする）

容量配分		貯水位(m)	-	-	※②湛水後容量基 準	②-③ 累計堆砂量(m^3)
総貯水容量		583.0m以下	-	-	0	227,886
洪水期	治水容量	583.0m ～ 555.2m	-	-	0	-173,402
	利水容量	555.2m ～ 536.3m	-	-	0	214,985
非洪水期	利水容量	583.0m ～ 536.3m	-	-	0	41,583
堆砂容量		536.3.0m以下	-	-	0	186,302

(4) 地形形状

ハッ場ダム貯水池では、NO. 0 から NO. 20 区間までの川幅は広く、NO. 20 より上流域に行くにつれて狭くなっている。ただし、NO. 15 付近の河床は、急激に幅が狭まり、先に述べた差分図からも、著しく堆砂する箇所となる。また、NO. 21 から NO. 22 の蛇行部でも顕著な堆砂が確認できる。吾妻川と白砂川の合流部である NO. 26+240 付近では、上流部からの強い流れの作用により令和元年 12 月時に堆積した土砂が一掃され、侵食傾向となっていた。

着目すべき堆砂箇所として、NO. 14 から NO. 23 までの区間を縦断面図で表現したものを以下に示す。令和元年 8 月測量データから本年度データを比べると 5～10m の堆積が確認できる。

また、NO. 15 付近の令和元年 8 月（湛水前）のデータから形成されている堆砂肩が本年度測量時では、下流側へ 53m 移動している。また、令和元年 12 月測量時（最低水位到達後）に形成されていると考えられる NO. 21 から NO. 22 区間内の堆砂肩は、令和 2 年 11 月測量時には下流側へ 474m 程度の移動をし、NO. 20 付近に留まっている。

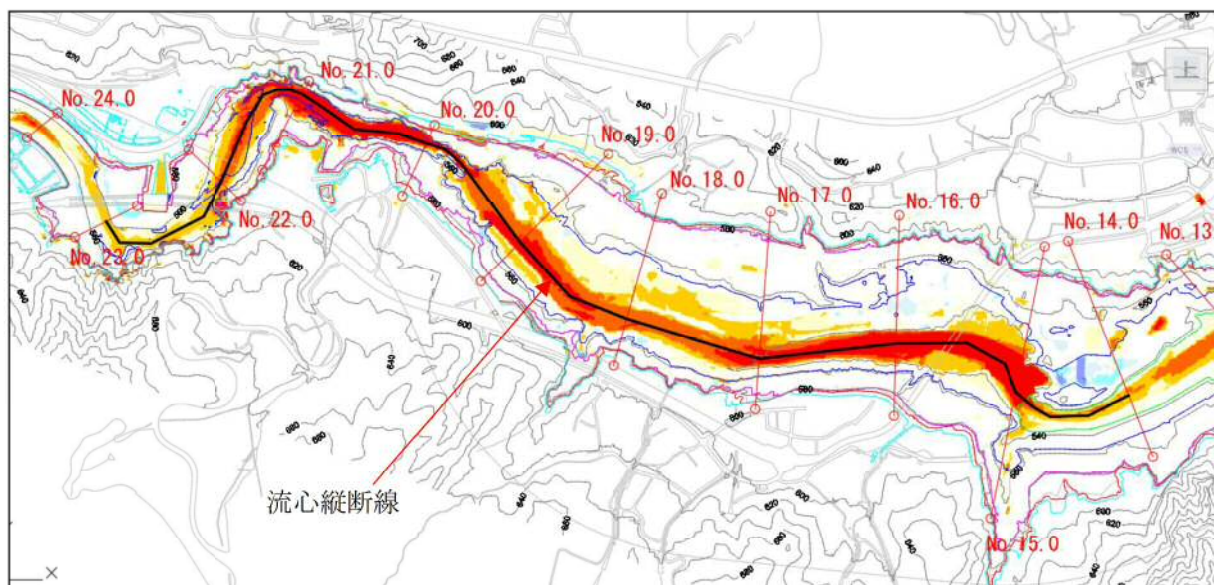


図 5-1 縦断線図 (NO. 14～NO. 23)

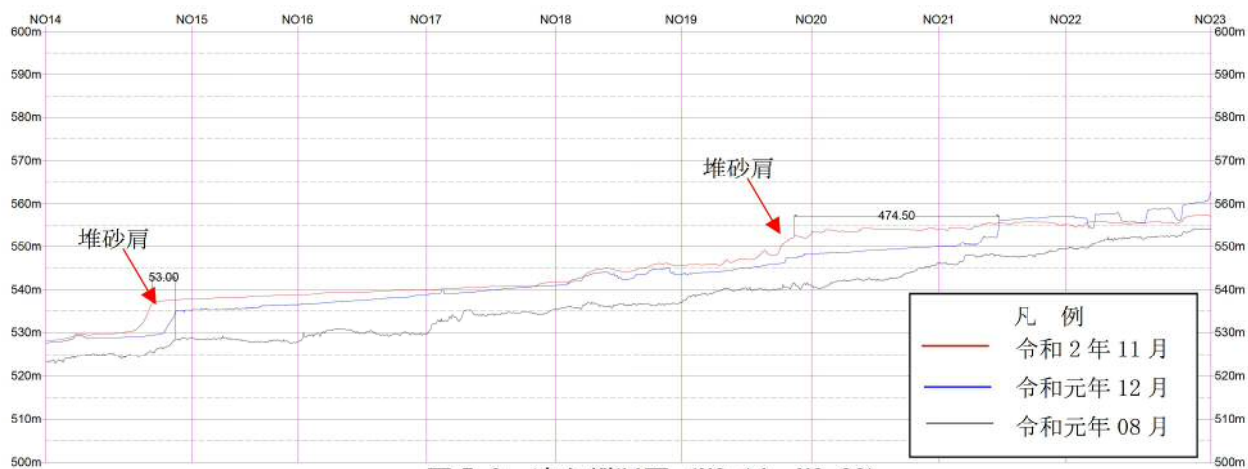


図 5-2 流心縦断図 (NO. 14～NO. 23)

5.1 提案について

【継続したナローマルチビーム測深の実施】

- ・ナローマルチビーム測深範囲では、面的で均一なデータ取得が可能となる。
- ・堆砂量計算等においては、平均断面法からより実状に近いメッシュ法で算出できる。
- ・年毎の状況を把握することで、短期/長期での堆砂傾向を掴めることが可能となる。

【定期的な航空レーザ測量の実施】

- ・工事完了時や5年ごとの測量によって、水面から標高が高い部分の更新
- ・定期横断測量では補完出来ない横断測線間の地形を、より詳細に把握
- ・3次元地形データのみならず、画像データも取得可能（用途の拡張）
- ・定期横断等作業において、急崖地等の危険を回避

6 品質確保および安全管理

6.1 品質確保

品質確保は、当社の ISO9001 基準に準拠し、品質管理を行ない成果品の取りまとめを行った。なお、業務の主要な区切り及び成果品の納入前に、主任技術者、担当技術者、検査担当技術者による検査を実施した。

検査は全ての工程ごとに全 7 回実施した。その一部を以下に示す。

工程内検査票																											
許可承認印		GL	主任技術者																								
2020/10/14		2020/10/14	2020/10/14																								
プロジェクトID	ISPS20153902	プロジェクト名称	公共20-048 利根川ダム統合管理事務所 R2ハッ場ダム貯水池三次元計測																								
作業概要	本業務は、ハッ場ダムにおける貯水池内の堆砂状況の把握を目的として、ナローマルチビーム測深等による深浅測量を実施し、三次元地形データから堆砂量の把握を行うものである。																										
検査実施日	2020/10/14 ~ 2020/10/14																										
商品コード (工程コード)	QE	海洋調査	工程コード QE A01 計画準備																								
検査	数量: 全件	抽出/選択指定の場合、全体の何割か	種類: 出力紙 方法: 目視検査																								
作業工程: 工程コード	QE A01 計画準備																										
作業	<table border="1"> <tr><td>1. 業務の内容は把握できたか</td><td>合</td></tr> <tr><td>2. 作業範囲は確認できたか</td><td>合</td></tr> <tr><td>3. 作業数量は確認できたか</td><td>合</td></tr> <tr><td>4. 作業工程を立案したか</td><td>合</td></tr> <tr><td>5. 作業工程は業務に合致したのか</td><td>合</td></tr> <tr><td>6. 作業員の配置計画は立案できたか</td><td>合</td></tr> <tr><td>7. 業務実施計画書は作成したか</td><td>合</td></tr> <tr><td>8. 使用する機材は決定したか</td><td>合</td></tr> <tr><td>9. 業務実施計画書の誤字・脱字について、2名以上で確認したか</td><td>合</td></tr> <tr><td>10. 提案書の内容は業務計画書に網羅されているか</td><td>合</td></tr> <tr><td>11. 業務計画書の出力は完了しているか</td><td>合</td></tr> <tr><td>12. 特記仕様書の内容と対比したか</td><td>合</td></tr> </table>			1. 業務の内容は把握できたか	合	2. 作業範囲は確認できたか	合	3. 作業数量は確認できたか	合	4. 作業工程を立案したか	合	5. 作業工程は業務に合致したのか	合	6. 作業員の配置計画は立案できたか	合	7. 業務実施計画書は作成したか	合	8. 使用する機材は決定したか	合	9. 業務実施計画書の誤字・脱字について、2名以上で確認したか	合	10. 提案書の内容は業務計画書に網羅されているか	合	11. 業務計画書の出力は完了しているか	合	12. 特記仕様書の内容と対比したか	合
1. 業務の内容は把握できたか	合																										
2. 作業範囲は確認できたか	合																										
3. 作業数量は確認できたか	合																										
4. 作業工程を立案したか	合																										
5. 作業工程は業務に合致したのか	合																										
6. 作業員の配置計画は立案できたか	合																										
7. 業務実施計画書は作成したか	合																										
8. 使用する機材は決定したか	合																										
9. 業務実施計画書の誤字・脱字について、2名以上で確認したか	合																										
10. 提案書の内容は業務計画書に網羅されているか	合																										
11. 業務計画書の出力は完了しているか	合																										
12. 特記仕様書の内容と対比したか	合																										
内容	《備考》 検査者の所見 問題なし 後工程への許可者所見 問題なし																										

工程内検査票																											
許可承認印		GL	主任技術者																								
2020/12/8		2020/12/8	2020/12/8																								
プロジェクトID	ISPS20156902	プロジェクト名称	公共20-048 利根川ダム統合管理事務所 R2ハッ場ダム貯水池三次元計測																								
作業概要	本業務は、ハッ場ダムにおける貯水池内の堆砂状況の把握を目的として、ナローマルチビーム測深等による深浅測量を実施し、三次元地形データから堆砂量の把握を行うものである。																										
検査実施日	2020/12/8 ~ 2020/12/8																										
商品コード (工程コード)	QE	海洋調査	工程コード QE B09 マルチビーム測深																								
検査	数量: 全件	抽出/選択指定の場合、全体の何割か	種類: データ 方法: 目視検査																								
作業工程: 工程コード	QE B09 マルチビーム測深																										
作業	<table border="1"> <tr><td>1. 測深計画は立案したか</td><td>合</td></tr> <tr><td>2. 未計測箇所を確認したか</td><td>合</td></tr> <tr><td>3. 使用する機材の始業点検は実施したか</td><td>合</td></tr> <tr><td>4. 使用基事点の精度確認は実施したか</td><td>合</td></tr> <tr><td>5. パッチテストは実施したか</td><td>合</td></tr> <tr><td>6. 見張り員は船首に配置したか</td><td>合</td></tr> <tr><td>7. 船舶の進退は規定以下で航行したか</td><td>合</td></tr> <tr><td>8. 音速度計での計測を実施したか</td><td>合</td></tr> <tr><td>9. 点検測量は実施したか</td><td>合</td></tr> <tr><td>10. 安全管理は徹底したか</td><td>合</td></tr> <tr><td>11. 安全対策(ヘルメット、ライフジャケット等)を行ったか</td><td>合</td></tr> <tr><td>12. 危険予知活動(KY)は実施したか</td><td>合</td></tr> </table>			1. 測深計画は立案したか	合	2. 未計測箇所を確認したか	合	3. 使用する機材の始業点検は実施したか	合	4. 使用基事点の精度確認は実施したか	合	5. パッチテストは実施したか	合	6. 見張り員は船首に配置したか	合	7. 船舶の進退は規定以下で航行したか	合	8. 音速度計での計測を実施したか	合	9. 点検測量は実施したか	合	10. 安全管理は徹底したか	合	11. 安全対策(ヘルメット、ライフジャケット等)を行ったか	合	12. 危険予知活動(KY)は実施したか	合
1. 測深計画は立案したか	合																										
2. 未計測箇所を確認したか	合																										
3. 使用する機材の始業点検は実施したか	合																										
4. 使用基事点の精度確認は実施したか	合																										
5. パッチテストは実施したか	合																										
6. 見張り員は船首に配置したか	合																										
7. 船舶の進退は規定以下で航行したか	合																										
8. 音速度計での計測を実施したか	合																										
9. 点検測量は実施したか	合																										
10. 安全管理は徹底したか	合																										
11. 安全対策(ヘルメット、ライフジャケット等)を行ったか	合																										
12. 危険予知活動(KY)は実施したか	合																										
内容	《備考》 検査者の所見 問題なし 後工程への許可者所見 問題なし																										

図 6-1 システムに登録された工程内検査帳票

6.2 技術の管理

技術的な管理として、下記の項目について実施した。

- ① 計測・観測に使用する機器については、社内規定（キャリブレーションサイトでの検査）や、第三者機関並びにメーカーにより機材検定を受検した機材を使用。
- ② 使用する機材については、作業前には始業点検を行い、使用可能かの可否を判断し、調整を行って使用。
- ③ JACIC へ「業務実績のテクリスへの登録（契約・変更・完了登録）」を行い、作業の内容、業務分野、業務キーワード等の登録を実施

6.3 安全等の確保

労働基準法、労働安全衛生法及び労働安全衛生規則を順守し、事故防止に努め、全従事者の安全と健康には十分注意して業務を遂行した。

また、作業着手前に従事者全員で業務内容の把握を行うだけでなく、安全に対しての認識や、緊急時の対応についてなど、安全会議、安全教育を行った。

6.3.1 現地作業全般

(1) 天候管理

天候障害等による作業中止・再開の判断基準について、業務計画書に設けた基準値を現場責任者が現地状況を確認しながら、安全第一を念頭に作業を実施した。

気象庁より大雨・洪水・暴風の各警報（みなかみ町、沼田市）及び震度4以上の地震速報（群馬県および近県）が発表された場合に備え、ウェザーサービスより一報が届く設定を行った携帯電話を常備し、気象情報を入手した。

また、現地にて風速を測定して局所的な気象状況も把握し、作業中止の判断材料とした。



図 6-3-1-1 風速測定

(2) 始業前ミーティング（KY活動）及び終業ミーティング

始業前にはミーティングを行い、その日の作業内容、作業時間、作業場所等を作業員全員で確認し、身だしなみや健康状態などをチェックした。また、KY活動として『危険と思われることは何か』を作業員全員で共有した。作業終了後には終業ミーティングを実施した。



作業内容	作業時間	作業場所	作業員	作業結果
機材一式	10:00~10:30	現場	作業員A	機材一式を確認し、作業開始。
作業船搬出入	10:30~11:00	現場	作業員A	作業船を搬入し、作業開始。
始業前(KY活動)	11:00~11:30	現場	作業員A	始業前ミーティングを実施し、作業内容を確認。
終業後	11:30~12:00	現場	作業員A	終業ミーティングを実施し、作業結果を確認。

図 6-3-1-2 始業前ミーティング（KY活動） 図 6-3-1-3 KY・現地作業・チェック表

(3) 現地作業および作業車の管理

貯水池搬入路の入場は、作業車両の入出時のみ開錠し、作業中は開放せずに常に施錠した。作業車両には業務名を明示し、作業車両の前後に「測量中」の看板を設置し、歩行者や他の車両の安全通行を確保した。



作業車の駐車

測量中の看板

車止め

図 6-3-1-4 作業車の駐車状況

(4) 常備品等

スズメ蜂、熊、火災、油流出等の対策として、下記のものを作業車および測量船に常備した。

スズメ蜂用殺虫剤
インセクトポイズン

熊撃退スプレー

消火器

油吸着マット



図 6-3-1-5 常備品

(5) 新型コロナ感染防止対策

新型コロナ感染防止対策として、下記の物を常備し、毎日作業員は検温を実施した。



図 6-3-1-6 新型コロナ感染防止対策

(6) 地上作業

現地踏査、地上部の横断測量においては、主に徒歩での移動となるため、下記の事項に十分注意して行った。

- ・測量機材等はズレ落ちないように固定して背負った。
- ・急斜面においての移動は、しっかり固定されたロープを用いて昇降した。
- ・足場の間隔が広いつり橋においては、安全帯を使用して移動した。
- ・河床部で作業する場合は、上流からの放流情報を確認して行い、作業中も放流の放送には十分注意して行った。

(7) 水上作業

深浅測量等の水上作業を安全に完了させるため、下記の対策を行った。

- ・作業日の気象情報については十分調べたうえで作業に着了した。
- ・乗船者はライフジャケットを着用し、陸上との連絡手段であるトランシーバー・携帯電話を携帯した。
- ・作業中は、他のレジャーボート（釣り船、カヌー）等の船舶や釣り人の動向には十分注意し、安全を一番に優先して作業を行った。
- ・測量船では、周囲の動向に十分注意し、漂流物や浅瀬などの障害物に対して見張り員を置き、安全の確保に努めた。
- ・測量船には、不審船と誤認されないように、『測量中』の幟を掲げた。
- ・油の船外への流出防止のため、発電機や燃料缶の下に油吸着マットを敷いた。



図 6-3-1-7 測量船および油吸着マットの使用状況