

1. 精度管理について

1. 測深精度管理方法および制限値について

多数のマニュアルが存在する中で、代表的なもののみ抜粋します。

● 河川定期縦横断測量

➤ 点検測量方法

- ①本測線による面データから抽出した距離測線上断面データと距離標測線上を測深（点検測量）した結果（断面データ）の水深差分により検証。計測対象範囲内の距離標測線数（全ての測線）の 5 %にあたる測線を実施。
- ②バーチェックによる絶対水深管理（吃水・音速度測定を反映したもの）
- ③堤体付近の水中構造物の再現性確認

「公共測量作業規程第 4 編第 3 章」に記載

<https://psgsv2.gsi.go.jp/koukyou/jyunsoku/index.html>

➤ 許容精度

種別		精度	概要
定期横断、 流量観測量横断		± 15cm	距離精度 L/300。L は中心杭等と末端 見通杭の測定距離（m 単位）
その他 の横断	急流	± 30cm	
	緩流	± 20cm	
湖・ダム		± (10 + h /100) cm	h は水深（cm）
海岸		± (20 + h /100) cm	

「± (10 + 水深[cm]/100) cm」 例：水深 10m で許容範囲は±20cm

※ただし、元々はシングルビームで作成された値であるためレポート上は±10cm
以内。浅い場合などは絶対差で 4 cm以内が常識の範囲

➤ 許容精度 記載文書等：

「河川定期縦横断測量業務 実施要領・同解説（平成 30 年 3 月）国交省 水管理・
国土保全局」

https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/kasen/pdf/sokuryo_youryo.pdf

基本的な概念

<https://surveyorexam.com/河川測量の基本を解説（定期縦横断測量）/>

● 港湾水路測量

➤ 点検測量方法

①マルチビームシステム点検と測深精度管理：

井桁計測による精度管理（直行する 4 つの測線をメッシュ処理し高さを比較）

パッチテスト：リモコンボートの場合省略可能

バーチェックによる絶対水深管理：弊社製品は省略可能

①“シングルビームシステム点検測量：

水深差分を検証するための測線比較

②音速度測定による確認

③GNSS 精度確認

④検潮記録

⑤3 次元設計データチェックシート

等

➤ 許容精度

d= 水深 (m) $\sqrt{a^2+(bd)^2}$

水域	精度
特級	± 25cm 以上の値、a=0.25m, b=0.0075
一級	± 50cm 以上の値、a=0.5m, b=0.013
二級	± 1m 以上の値、a=1m, b=0.023

※ただし、元々はシングルビームで作成された値であるためレポート上は±10cm 以内。浅い場合などは絶対差で 4 cm 以内が常識の範囲

水平位置の測定誤差限度（測線から X, Y にどのくらい離れても採用とするか）

水域	精度
特級	2m
一級	単素子音響測深器（シングルビーム） 0.5 + 水深の 5% (m)
二級	20m+水深の 10% (m)

※現在のリモコンボートにおいては 2m で網羅可能

➤ 許容精度 記載文書等：

「マルチビームを用いた深浅測量マニュアル(浚渫工編)(令和 5 年 4 月改定版)
国交省 港湾局」(3 年毎に更新)

<https://www.mlit.go.jp/kowan/content/001599630.pdf>

「平成 14 年海上保安庁告示第 102 号別表 2」

https://www1.kaiho.mlit.go.jp/GIJUTSUKOKUSAI/SHIDOW/site0013/_userdata/annex2.pdf

https://www1.kaiho.mlit.go.jp/GIJUTSUKOKUSAI/SHIDOW/site0013/_userdata/annex1.pdf

2. 何を提出すべきか？

河川測量、港湾水路測量共にほぼ共通で良い。

- 測深精度管理チェックシート：(別表 0)

各計測結果の何を評価として計測したか、計測が実施され報告書としてまとまっているかを確認するシート。

- パッチテストとバーチェック：(別表 1)

バーチェックは音速度計が正しい水深を示しているのかを、ソナー数値が正しいとして実測する報告書。つまり CastAway などの圧力や各センサーにて音速度計測をしている場合の提出は不要。これに対し、バーチェック法は既知（通常 2m）の金属板を水平に沈めソナーが正しく 2m を示しているか、またその補正値を記録する方法と音速度計の補正のために音速度 1500m/sec と仮定して 5%毎にスケールを取っていく方法がある。またパッチテストに関しては、シングルビーム、マルチビーム共に一体型の製品であるため艀装時に起きる位置ずれ具合を確認する精度管理は不要となる。その説明文として文書は提出するものの、特別な試験、測量を実施することは稀である。パッチテストにおいても艀装時の IMU、アンテナ、ソナーの位置関係情報を「パッチ」として補正值化して評価するための物で、一体型の製品であるコデンでは必要ない。説明用の文書提出のみとなる。

- GNSS 精度管理表：(別表 2)

それぞれの GNSS アンテナが測量に信頼できる精度で計測できているかの確認テスト。港湾マニュアルには例示として「10 分間 600 個のデータ」と記載されているが、時間に根拠はない。1 分間 60 個でも十分との事。ここは発注者との初めの発注仕様を決める際に詳細に決めるべき項目。測量を常に行っている会社などであれば、1 分間で十分とするケースが多い。

- 音速度確認表：(別表 3)

使用する音速度計の測定データを提出する。この折、音速度グラフがイビツに折れ曲がっていたりしないデータを取得する必要がある。多くの深浅測量において CastAway が使用されており、データ取り込みの際に画像として取り込むグラフと、得られた表データを提出する。

- 検潮記録：(別表 4)

基本は既知の基準点から、差異を求めた水面を 10-30 分おきに記録する。港として常に検潮している場合があるが、GNSS アンテナが示す NMEA の (X,Y,H) と異なる場合が

ある。この場合提出する点群等も通常の NMEA の示す TP と現地の基準点、特に標高 DL との差異に合わせて修正する場合もある。点群提出の際に明示する必要がある。

● 測線に基づく断面データでの水深差分の検証（シングルビームの場合）、井桁計測記録（マルチビームの場合）：（別表 5）

シングルビームにおいては、測線による面データから抽出した距離測線上断面データと距離標測線上を測深（点検測量）した結果（断面データ）の水深差分により検証。計測対象範囲内の距離標測線数（全ての測線）の 5 % にあたる測線を実施する。

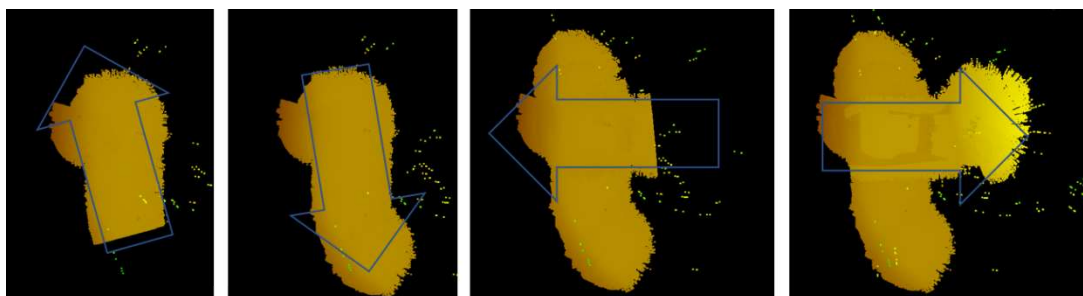
マルチビームにおいて港湾水路計測では、別表の通りに提出を行う。

ただし、河川測量には「井桁計測」の概念が無いため、都度 説明資料を添付する必要がある。

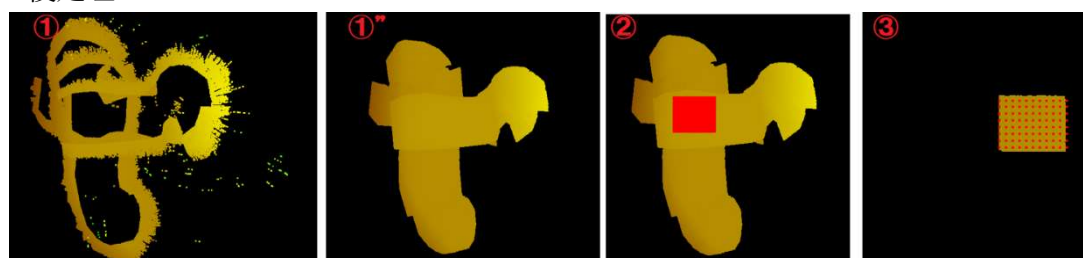
➤ 井桁計測とは？

現場では直行する測線を往復でそれぞれ記録する（縦、縦逆、横、横逆）。点群処理ソフトにてエラーデータ除去作業を行い、4 測線の重なる部分を抽出する。これをメッシュモデリング操作（ScanSurveyZ では「間引き、2D グリッド」）をし、エクセルにて高さを比較する。

測量現場での操作



後処理



- 3次元設計データチェックシート：(別表8)

それぞれの作業を最終的に検証するためのチェックシート。得られた点群を総合的に俯瞰し評価する。起点・終点・大きなゴミやエラーによる構造の歪みがないかを水平面方向(XY)、縦断面方向(XZ)、横断面方向(YZ)の各断面にして評価していく。更に統合して俯瞰してみていく。

これらを解析し、添付する資料として「別表6 シングルビームでの測量結果報告の例」「別表7 マルチビームでの測量結果報告の例」のような報告書を合わせて提出する。

- 成果点群とその分析結果：

例として挙げた巻末資料にあるように、顧客との事前打ち合わせに従った点群データを作成し、提出する。更には打ち合わせ時のニーズに合わせて得られた3Dである点群データの解析、分析結果についてもコメントをし、図表として提出する。

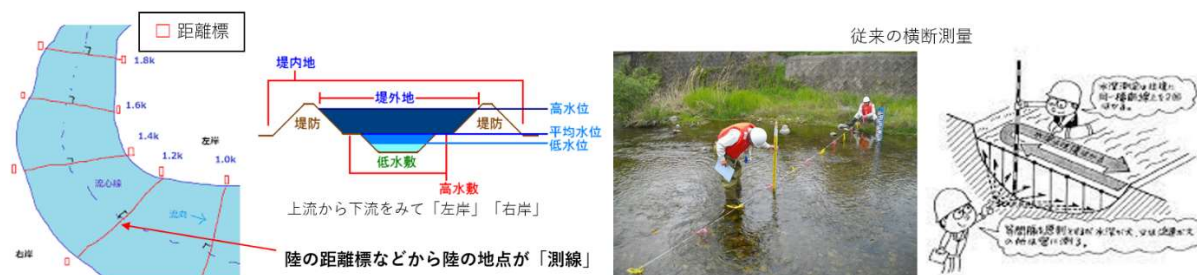
- その他：

喫水確認、測深簿など他にも様々に提出物はある。それぞれのマニュアルは一読する必要がある。CUBE水深に関しては更に現場作業の倍増と提出物が増える。

2. 提出するデータ、点群について

1. シングルビーム測深でのデータ

- 河川定期縦横断測量や港湾航路での縦横断測量のデータ提出が主な成果となる。(別表6) 河川における「測線」とは下図の通り陸地にある任意の点を結んだもの。従ってリモコンボートにおける「測線」は短いものとなる。別途、測量し補完する必要がある。



また、目的に応じた過去のデータとの比較を行い、分析・解析の概要を文章化し報告する。例えば、河川の堆砂あるいは河床低下の様子などの傾向を示すなど。

最終的には、平面直角座標、河床の標高、(緯度経度)などを提出する。

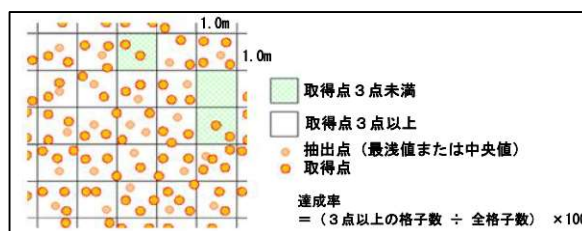
ダムや港などにおいては各地の基本水準面(観測基準面)が異なるため、NMEAが示した緯度経度、GNSSアンテナの示した標高と異なる場合がある。その場合はGNSS精度管理にて得られたデータと港湾などにおける原点とを比較し、提出するデータを修正する。

2. マルチビーム測深でのデータ

得られたデータを VRS の補正、動揺補正、音速度、水位データなど共に処理を行い、データの点群化を行う。得られたデータを XYZ の形でデータ化して提出する。シングルビームと異なり文書化やエクセル表示ができるデータ量ではないため、元の点群ファイルと点群解析ソフトで表示された画像などを報告する事となる。

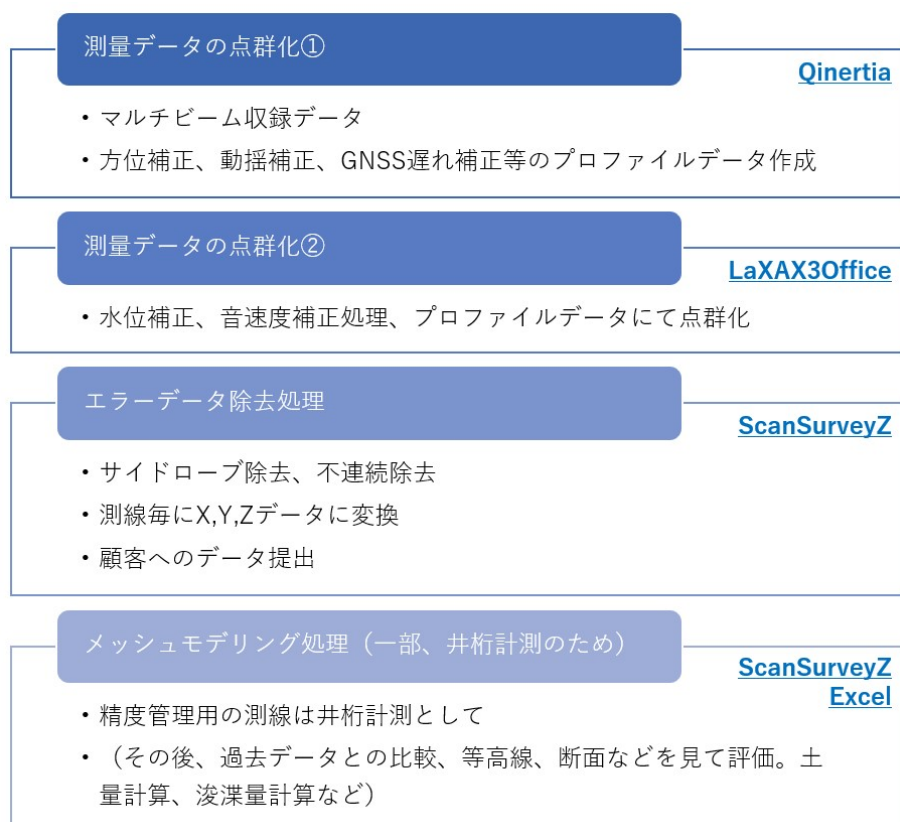
ダムや港などにおいては各地の基本水準面（観測基準面）が異なるため、NMEA が示した緯度経度、GNSS アンテナの示した標高と異なる場合がある。その場合は GNSS 精度管理にて得られたデータと港湾などにおける原点とを比較し、提出するデータを修正する場合が多い。（別表 7）

港湾においては「測深性能（取得点密度）は、1.0m 平面格子に 3 点以上（達成率 99%以上）を標準とする。」としている。発注者との打ち合わせ次第だが、メッシュサイズとそこに含まれる点群数は初めの段階で明確に規定しておくべきとなります。



（※ UAV の写真測量では、0.25 m² (0.5m×0.5m メッシュ) あたり 1 点以上）

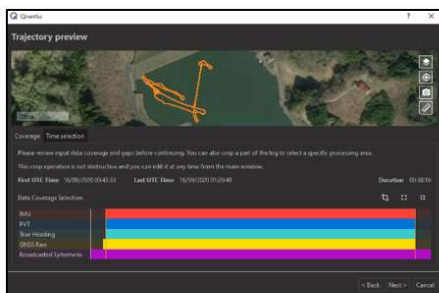
● データ解析の作業フローは下図の通り。



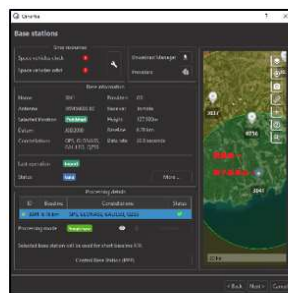
データ解析フロー

● 方位補正、動揺補正、GNSS 遅れ補正等のプロファイルデータ作成

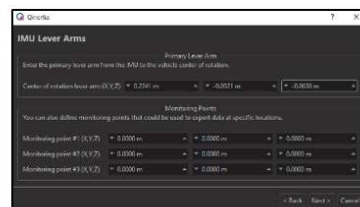
- ナローマルチビーム搭載型リモコンボートで取得した方位 (NMEA) データ、船体動揺値、をクラウドソフト (Qinertia) にて処理する。この際に吃水、各機器のオフセット値 (IMU、アンテナなど) を追記してプロファイルデータを作成する。



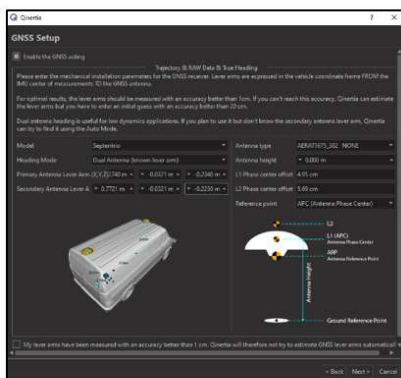
データのカバー率



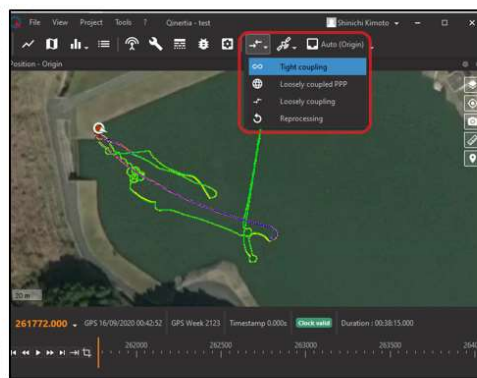
採用された電子基準点



IMUの位置情報



アンテナ位置とタイプの選択



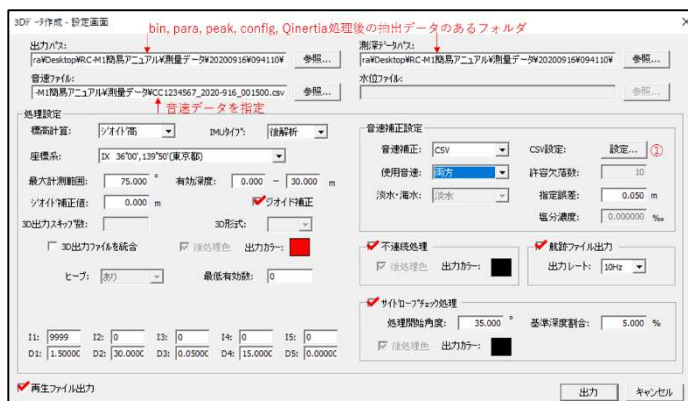
動揺補正の方法選択



処理後の統合評価

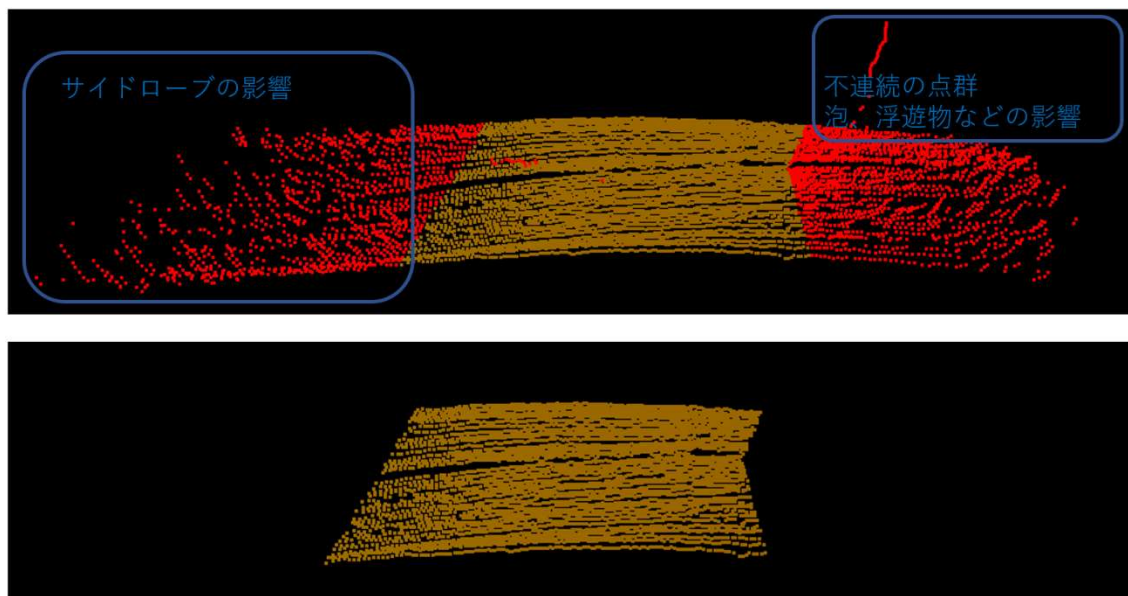
● 水位補正、音速度補正処理、プロファイルデータにて点群化

- VRS 方式の場合: Qinertia により作成されたプロファイルデータ、ソナーデータ、音速度データより処理ソフト (LaXAX3Office) により水深データを XYZ 形式の点群化を行う。この際にソフトにプリセットされているアルゴリズムを用いエラーデータの除去をある程度行う。
- 水位データを使用する場合: 上記 VRS 方式の処理に、水位データを加え処理する。
- 各アルゴリズムについてはメーカーの企業秘密となっている。



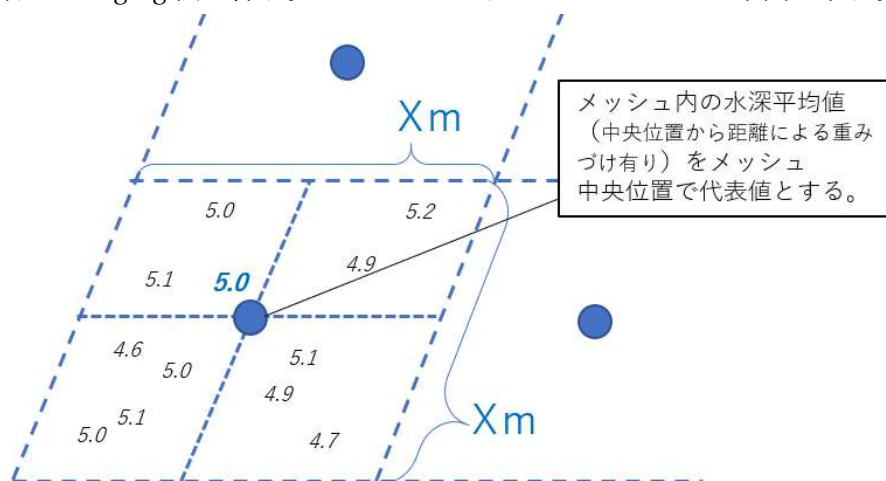
● エラーデータ除去処理

- 変換した処理データは、点群処理ソフト（ScanSurveyZ）にて行う。データには、外側にナローマルチビーム特有のサイドローブと呼ばれる干渉を受けた部分が存在する。また、水中の魚影、立木、植生、電気ノイズ、泡、などによる不連続のデータが発生する。これらの除去処理を行う。橋脚等の堆砂に関わるデータ、水底のデータを残し作業を行う。



● メッシュモデリング処理（一部、井桁計測のため）

- 水深点群データを過去のデータと比較や、精度管理のために井桁計測するための基本操作。
- 取得したランダムな点群データからメッシュ中央位置で基準にし、代表値として評価する Kriging 法で行う。メッシュモデリングのイメージを下图に示す。



3. エッセンス（基礎項目）

1. GPS？ GNSS？

様々な国から衛星ネットワークサービスが提供されています。

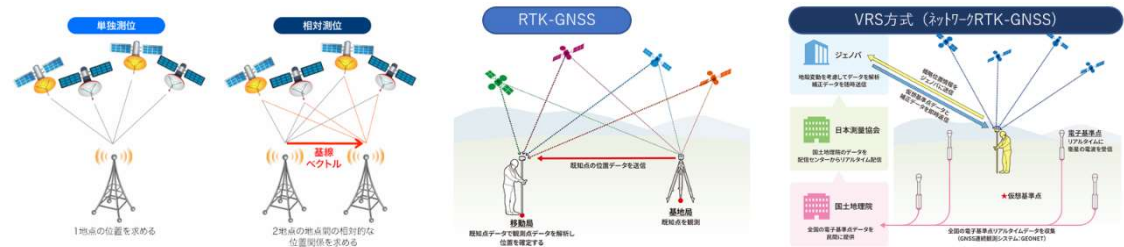
GPS:アメリカ (31 基) Galileo：欧州(24) QZSS:日本 (みちびきなど 4) GLONASS:ロシア (24) BeiDou：中国(35) IRNSS：インド(8)

これらのサービスの幾つかと、各地に設置された電子基準点 (既知の座標で常に衛星、インターネットを介しての誤差の計算を行うための計測をしている)、クラウドサービスを用いた補正値の提示、更には加速度センサー (慣性測定装置、IMU、Inertial Measurement Unit) により位置情報の精度を向上させています。その GNSS の精度においては方式により精度の値が異なります。



精度について	X, Y	Z (H)
GPS：(単独測位、SGPS、Single GPS)	10-20m	20-40m
DGPS：(相対測位、Differential GPS)	< ± 5 m 静止：< ± 2 cm	< ± 10m 静止：< ± 4cm
RTK-GNSS：(Real Time Kinematic GNSS)	< ± 2 cm	< ± 4cm
VRS 方式：ネットワーク RTK-GNSS	< ± 2 cm	< ± 4cm

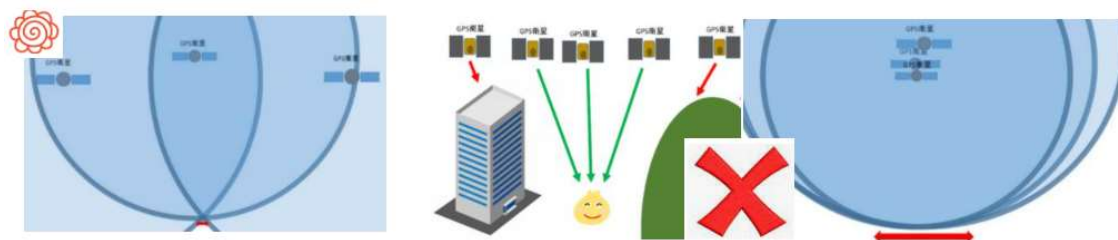
※ 数値精度は概念的な参考値で実際の保証された精度ではありません。



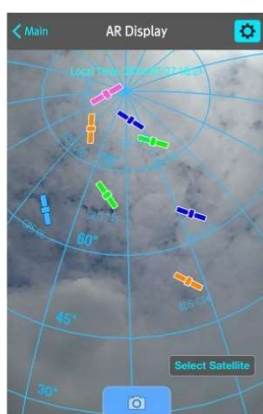
各用語：

- ・ MTSAT：Multi-functional Transport Satellite、運輸多目的衛星、エムティサット
- ・ SBAS：Satellite-based Augmentation System、エスバス静止衛星型衛星航法補強システム
- ・ WAAS：Wide Augmentation System、アメリカ上空にある静止衛星
- ・ EGNOS：European Geostationary-Satellite Navigation Overlay Service、ヨーロッパ上空にある静止衛星
- ・ MSAS：MTSAT Satellite-based Augmentation System、アジア上空にある静止衛星（ひまわりなど）
- ・ VRS:Virtual Reference Station 仮想基準点（仮想の固定点からの補正データを合成することで常に移動局の近くに固定局があるようにする方法）
- ・ FKP:FlaechenKorrekturPunkt 面補正基準点(誤差分を面補正して修正する方法)

- ・ Kenematic は「動き回る」というギリシャ語
- ・ Ntrip : Networked Transport of RTCM via Internet Protocol(JENOVA からの TCP ベースの通信方式で補正值が提供されるシステム)
- ・ RTCM : 国際標準化団体名でレーダーシステム、緊急位置指示無線ビーコン、ディファレンシャル GPS システム、デジタル選択呼び出し手順などの標準化を行っている
- ・ DOP : Dilution of Precision、精度低下率 (GNSS 衛星の配置状況評価を数値化して示すもの。衛星受信数が少なく GNSS 衛星位置が離れていない場合は、三角測量で誤差が大きくなる。

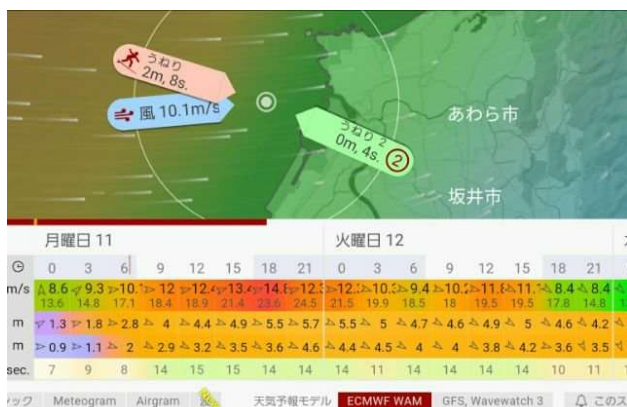


- ・ 「GNSS View」: 現場で衛星数を確認するのに便利なアプリ。



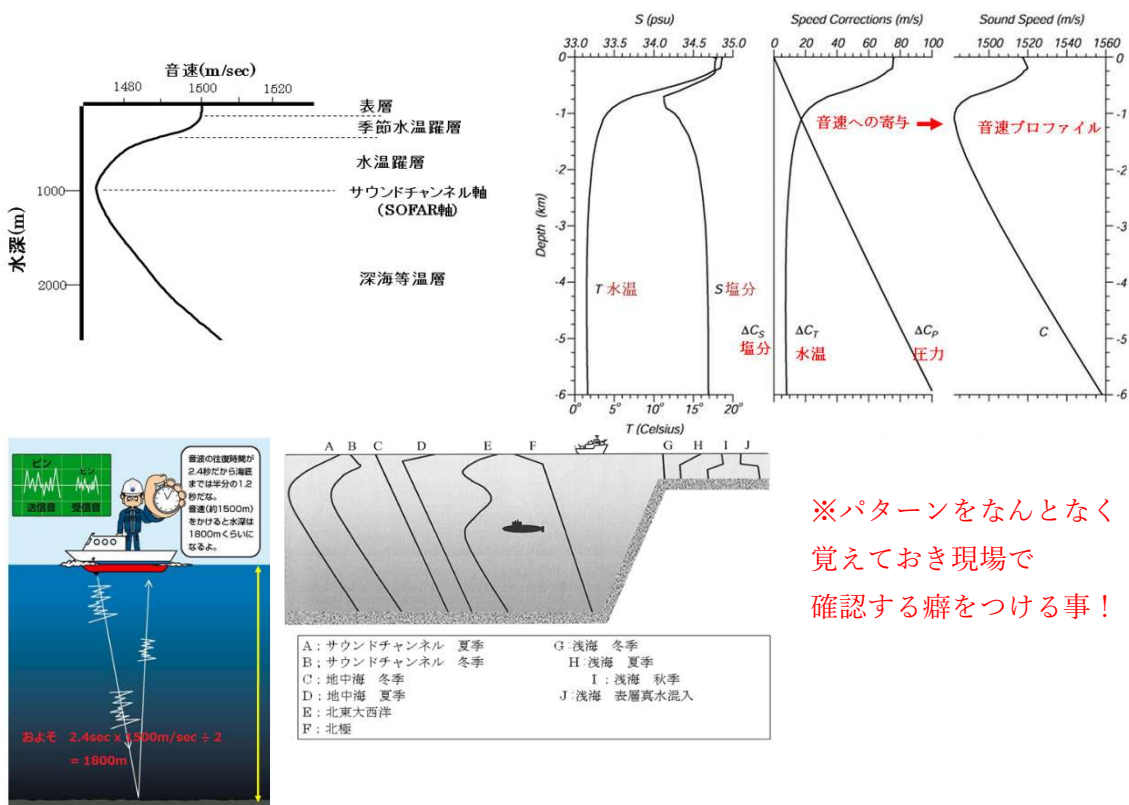
2. 天気予報に便利なアプリ

Windy はチェコの企業が公開したアプリ、波、風、天気の特化し視覚的に理解しやすい。また、船頭なども実用している。公開情報更新と同時に随時更新。

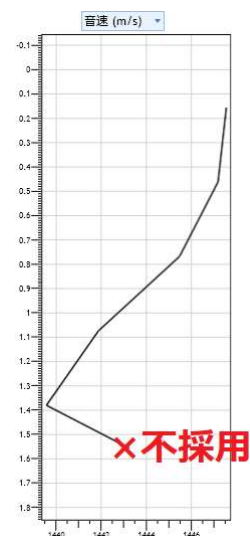


3. 音速度とは？

音の速度を示した数値。水中、気中、固体中にも適用されます。一般に空気は約 340 m/s、水中は約 1,500 m/s、鉄の中は約 6,000 m/s。音は「エネルギーを持った振動」ですので、柔らかいものほど遅く、固いものほど速く伝わります。水中の音のスピードに影響する因子は主に「柔らかさ」や「遮蔽物」となりうるものに関わるもの全てですので、水圧、水温、電気伝導率($\mu S/cm$)、塩分濃度(PSS)、密度(kg/m^3)、この他に水の濁度も関わってきます。これらをトータルで計測するシステムとして CastAway が広く使用されております。各因子が強く寄与する様子は下図の通り。



測定後、右図のように1点のみの異常値を示すことがあります。これは、音速度計が水底の汚泥層などに到達したなどの要因でおきます。これらの測定点は不採用とし、点群補正や報告書には使用しないようにしましょう。

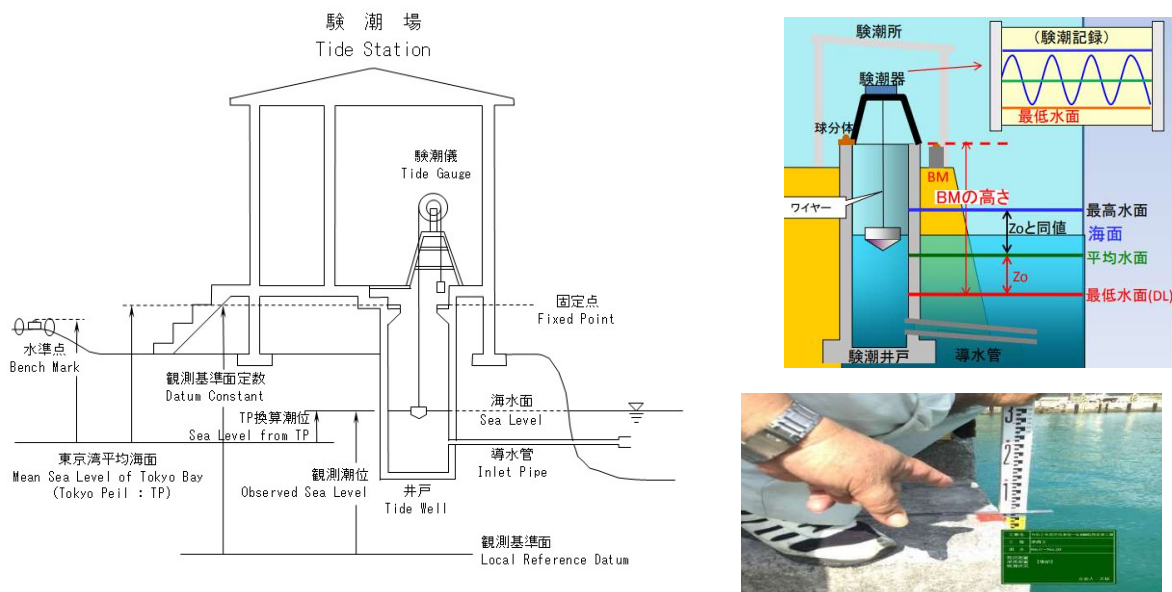


4. 驗潮（潮位観測）～国土地理院より抜粋

驗潮（潮位観測）は深淺測量において大変重要です。特に各港を考えると干満の差で航行する船が座礁する事故などを回避するために十分な深さまでメンテナンスする必要があるからです。まずはその基礎となる部分をまとめました。

驗潮は、導水管を通して井戸に出入りする海水の昇降を、驗潮場内に設置した固定点（標高が決められている）を基準として測っています。通常、潮位は、測定した値が常に正の符号となるように、観測基準面から海面までの高さ（mm 単位）で記録しています。ここでは、観測基準面から海面までの高さを「観測潮位」、観測潮位から東京湾平均海面（TP）を基準とした潮位に換算したものを「TP 換算潮位」としています。観測基準面は、潮位を常に正符号で表わすために最低潮位以下にとった仮想の面。観測潮位は観測基準面から海面までの高さを示し、TP 換算潮位は東京湾平均海面（TP）から海面までの高さを示す。日、月および年平均潮位は毎時潮位（30 秒毎の観測データを平滑化して求めた）の平均。時刻は日本標準時（JST）。観測潮位から TP 換算潮位への計算方法は以下のとおり（離島を除く）。

$$\text{TP 換算潮位} = \text{固定点の標高} - \text{観測基準面定数} + \text{観測潮位}$$



現場での驗潮記録を取る場合は記録時の時刻と最高水面と最低水面の中間の平均水面高さを記録する。記録時はスタッフを固定し最低水面と最高水面を両方記録し後に平均水面を出しても良い。多くの場合、港湾においては DL と TP の差が大きくあり、DL に合わせて点群の提出を求められる場合が多い。

DL：標高、Datum level は基本水準面（観測基準面）のことです。水路測量における水深の基準となる水準面。特に、海図における水深の基準となる水準面をいう。ほぼ、最低低潮面と一致する値で略号を「DL」で表すことが多い。（国際的には「Z0」（ゼットゼロ）で表す）各地の基準面などについては、「平均海面および基本水準面一覧表」として海上保安庁水路部より刊行されています。

4. 別表（実際の提出書類の様式）

別表0 測深精度管理チェックシートの様式と記載例（港湾、マルチビームの場合）

【深淺測量精度管理チェックシート】

工事名：阿賀野川MT1-MT2における護岸工事	作業期間：2022/09/26～2022/09/26
品質証明者：秋吉 善治	

マルチビームを用いた深淺測量が適切に行われ、測深結果が必要精度を満たしていることを確認する。

確認項目	確認資料	確認内容	確認結果			備考
			確認日	確認者	確認結果（コメント）	
1. 使用するGNSSの測位精度	GNSS精度管理記録	実際に使用した機器である	/			
		観測基準点の基地座標値と観測平均値の差が表示されている	/			
		最終成果を作成するに当たり十分な精度を有している。	/			
		必要な時間、データ数が観測されている	/			
2. 測深機器の取付状況	マルチビームシステム点検簿	記入に漏れがない	/			
		マルチビーム測深器および周辺機器が適切に搭載されている	/			
		各計測機器の位置関係が適切に計測・記録されている	/			
		パッチテスト結果が正しく記録されている	/			
3. 水中音速の計測結果	水中音速測定記録簿	必要水深までの計測ができている	/			
		グラフがなめらかで異常値が含まれていない	/			
		適切な間隔で記録が計測されている	/			
4. 潮位記録	検潮記録	作業開始時刻から終了時刻までの記録が記入されている	/			
		港湾管理者が定める港湾管理基準面からの潮位である	/			
		潮位変動がなめらかであり、極端な変動（スパイク的なエラー）や副振動が無い	/			
5. 測深精度	検測（測深精度）管理記録	適切な間隔で検測が行われている	/			
		検測との差が海上保安庁告示102号に定められた誤差以内である	/			

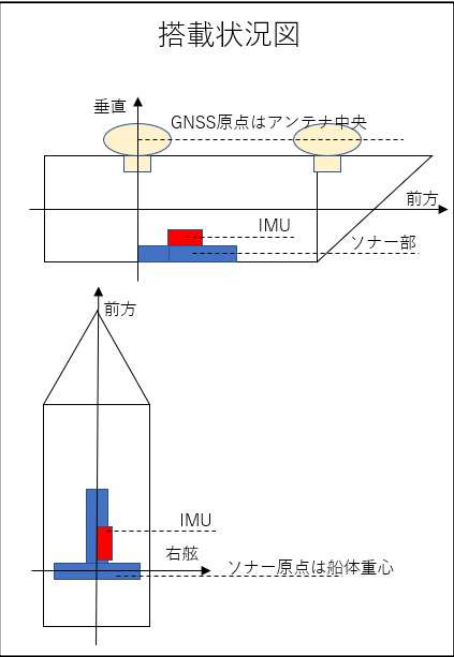
別表1 パッチテスト（港湾、マルチビームの場合）

2. マルチビーム測深システム点検簿

工事名： _____

実施年月日： _____

インストレーションの測定



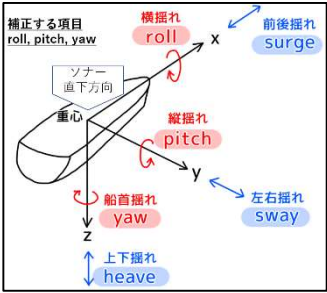
・各機器の艀装状況（installation offsets）

単位：m	前方(X)	右舷(Y)	下方(Z)
水中ヘッド			
動揺計測装置(IMU)			
RTK-GNSS			

・慣性ジャイロ Installation1

単位：m	前方(X)	右舷(Y)	下方(Z)
IMU→基準アンテナ			
IMU→基準アンテナ2			

・パッチテスト結果（単位°）
（Roll,Pitch,Yaw を日付管理）



- ・ RTK-GNSS 設定
（入力機器、port を確認）
- ・ ソナーと動揺計測装置、制御ソフトその接続設定
（入力機器、port、IP を確認）

結果及び備考：

本測量で用いた可搬型マルチビーム測深器は、各測深器を別途船舶に取り付け観測を行う機器ではなく、全てリモコンポート内蔵型となっております。従って下記機器は全てリモコンポート内に固定され、観測時にもポート内の機器（ソフト等）において常に補正、各パラメーターを観測しています。機器（ソフト等）の内容につきましては、メーカー側の企業秘密となっているため掲載できず、下記に掲載したオフセット値のみが公表されています。よって、本業務につきましては、上記内容は記載できず、左記オフセット値のみの記載となります。

船体重心から の距離(m)	前方(X)	右舷(Y)	下方(Z)
IMU	0.2241	-0.0321	-0.0630
アンテナ 1	-0.2740	-0.0321	-0.2340
アンテナ 2	0.7721	-0.0321	-0.2230

※ 本シートは IMU が Ellipse2 の仕様

別表2 GNSS 精度管理表（港湾、マルチビームの場合）

1. GNSS精度確認結果			
作業実施日： 2021年11月22日			
作業実施者： XXXXXXXX			
使用機器名称： リモコンボート型マルチビーム測深器RC-M1			
基準点「鵜沼ダム 基準点 XXXXX」において、使用するGNSSを設置し観測を実施した。 データの取得は1秒毎に行い、60個（1分間）のデータ取得をした。 下表により、GNSSによる観測は本測定の精度を満たしている。			
日本測地系(JGD2011 I)	X	Y	H*
既知点座標	139320.280	-19166.200	75.780
平均値座標	139320.263	-19166.183	75.771
（観測平均）－（既知）	-0.017	0.017	-0.009
観測点分布図			
Y方向の差異（m）			
H方向の差異（m）			

別表2 GNSS 精度管理表（港湾、マルチビームの場合） 続き

取得データ一覧						
観測時刻	X座標	Y座標	Z座標	ΔX	ΔY	ΔZ
12:10:27	-8894.913	33352.292	3.509	-0.013	-0.029	0.021
12:10:28	-8894.913	33352.292	3.509	-0.013	-0.029	0.021
12:10:29	-8894.913	33352.292	3.509	-0.013	-0.029	0.021
12:10:30	-8894.913	33352.292	3.509	-0.013	-0.029	0.021
12:10:31	-8894.913	33352.292	3.509	-0.013	-0.029	0.021
12:10:32	-8894.913	33352.292	3.509	-0.013	-0.029	0.021
12:10:33	-8894.913	33352.292	3.519	-0.013	-0.029	0.031
12:10:34	-8894.913	33352.292	3.509	-0.013	-0.029	0.021
12:10:35	-8894.913	33352.292	3.509	-0.013	-0.029	0.021
12:10:36	-8894.913	33352.292	3.509	-0.013	-0.029	0.021
12:10:37	-8894.913	33352.292	3.509	-0.013	-0.029	0.021
12:10:38	-8894.913	33352.292	3.509	-0.013	-0.029	0.021
12:10:39	-8894.913	33352.292	3.509	-0.013	-0.029	0.021
12:10:40	-8894.913	33352.292	3.509	-0.013	-0.029	0.021
12:10:41	-8894.913	33352.292	3.509	-0.013	-0.029	0.021
12:10:42	-8894.913	33352.292	3.509	-0.013	-0.029	0.021
12:10:43	-8894.913	33352.292	3.509	-0.013	-0.029	0.021
12:10:44	-8894.913	33352.292	3.509	-0.013	-0.029	0.021
12:10:45	-8894.913	33352.292	3.509	-0.013	-0.029	0.021
12:10:46	-8894.913	33352.292	3.509	-0.013	-0.029	0.021
12:10:47	-8894.913	33352.292	3.509	-0.013	-0.029	0.021
12:10:48	-8894.913	33352.292	3.509	-0.013	-0.029	0.021
12:10:49	-8894.913	33352.292	3.519	-0.013	-0.029	0.031
12:10:50	-8894.913	33352.292	3.509	-0.013	-0.029	0.021
12:10:51	-8894.913	33352.292	3.509	-0.013	-0.029	0.021
12:10:52	-8894.913	33352.292	3.519	-0.013	-0.029	0.031
12:10:53	-8894.913	33352.292	3.509	-0.013	-0.029	0.021
12:10:54	-8894.913	33352.292	3.509	-0.013	-0.029	0.021
12:10:55	-8894.913	33352.292	3.509	-0.013	-0.029	0.021
12:10:56	-8894.913	33352.292	3.509	-0.013	-0.029	0.021
12:10:57	-8894.913	33352.292	3.519	-0.013	-0.029	0.031
12:10:58	-8894.913	33352.292	3.509	-0.013	-0.029	0.021
12:10:59	-8894.913	33352.292	3.519	-0.013	-0.029	0.031

別表4 検潮記録（シングル、マルチビーム共通、港湾マルチビームとして例示）

4. 検潮記録簿										
年 月 日		時刻	潮高(m)		時刻	潮高(m)		時刻	潮高(m)	
潮位基準面			観測値	校正値		観測値	校正値		観測値	校正値
T.P.=±0.00 (m)		5:00	0.53	0.52	10:00	-0.71	-0.71	15:00		
		5:10	0.50	0.49	10:10	-0.72	-0.72	15:10		
		5:20	0.46	0.45	10:20	-0.73	-0.72	15:20		
時刻	潮高(m)	5:30	0.42	0.41	10:30	-0.73	-0.72	15:30		
0:00		5:40	0.37	0.37	10:40	-0.71	-0.71	15:40		
1:00		5:50	0.31	0.32	10:50	-0.71	-0.70	15:50		
2:00		6:00	0.27	0.28	11:00	-0.70	-0.69	16:00		
3:00		6:10	0.22	0.23	11:10	-0.67	-0.67	16:10		
4:00		6:20	0.18	0.18	11:20	-0.65	-0.65	16:20		
5:00		6:30	0.13	0.13	11:30	-0.63	-0.63	16:30		
6:00		6:40	0.06	0.07	11:40	-0.60	-0.60	16:40		
7:00		6:50	0.02	0.02	11:50	-0.56	-0.56	16:50		
8:00		7:00	-0.04	-0.03	12:00	-0.53	-0.53	17:00		
9:00		7:10	-0.09	-0.09	12:10	-0.49	-0.49	17:10		
10:00		7:20	-0.14	-0.14	12:20	-0.45	-0.45	17:20		
11:00		7:30	-0.21	-0.19	12:30	-0.39	-0.40	17:30		
12:00		7:40	-0.25	-0.24	12:40	-0.34	-0.35	17:40		
13:00		7:50	-0.29	-0.29	12:50	-0.29	-0.30	17:50		
14:00		8:00	-0.34	-0.34	13:00	-0.24	-0.25	18:00		
15:00		8:10	-0.38	-0.39	13:10	-0.20	-0.20	18:10		
16:00		8:20	-0.43	-0.43	13:20	-0.15	-0.14	18:20		
17:00		8:30	-0.48	-0.48	13:30	-0.09	-0.09	18:30		
18:00		8:40	-0.51	-0.52	13:40	-0.04	-0.03	18:40		
19:00		8:50	-0.55	-0.55	13:50	0.03	0.03	18:50		
20:00		9:00	-0.58	-0.59	14:00	0.08	0.08	19:00		
21:00		9:10	-0.62	-0.62	14:10	0.13	0.14	19:10		
22:00		9:20	-0.64	-0.64	14:20	0.19	0.20	19:20		
23:00		9:30	-0.67	-0.67	14:30	0.26	0.25	19:30		
計		9:40	-0.69	-0.68	14:40	0.32	0.31	19:40		
平均		9:50	-0.69	-0.70	14:50	0.36	0.36	19:50		
高 潮		h m m		低 潮		h m m		h m m		
		h m m				h m m				
MEMO				読取者	〇〇	校正者	××			
現場名: 〇〇地形測量 検潮所: △△検潮所										

別表5 測線に基づく断面データでの水深差分の検証（シングルビームの場合）

表 GNSS 素子測深精度管理方法及び制限値

点検測量方法	許容精度
本測線により作成した面データから抽出した距離標測線上断面データと距離標祖k 単線上を測深（点検測量）した結果（断面データ）の水深差分により検証。計測対象範囲内の距離標測線数（n 測線）の5%以上にあたる（ $0.005 \times n$ ）測線を実施	「 $\pm (10 + \text{水深}/100)$ cm」 水深 3m で許容誤差が 13 cm

【断面較差比較による精度検証結果】

本測標高と検測標高の差が上記の許容精度をみたしているため、精度が確保されている。

点検測量結果表（往復較差）

作業区域： ●●ダム
計測測線： L01
計測方法： GNSS搭載音響測深機
計測日： 年 月 日
計測時水位： 284.45m

点検者：
作成者：

追加距離	本測標高	検測標高	精度上限標高	精度下限標高	標高差	許容精度（上限）	許容精度（下限）
(m)	(EL, m)	(EL, m)	(EL, m)	(EL, m)	(m)	(m)	(m)
65	281.81	281.91	281.94	281.68	0.10	0.13	-0.13
70	280.19	280.25	280.33	280.05	0.06	0.14	-0.14
75	280.13	280.14	280.27	279.99	0.01	0.14	-0.14
80	280.26	280.26	280.40	280.12	0.00	0.14	-0.14
85	280.27	280.28	280.41	280.13	0.01	0.14	-0.14
90	280.80	280.80	280.94	280.66	0.00	0.14	-0.14
95	282.94	282.83	283.06	282.82	-0.11	0.12	-0.12

精度許容値： $\pm (10 + \text{水深}/100)$ cm

河川定期縦横断面測量業務 実施要領・同解説

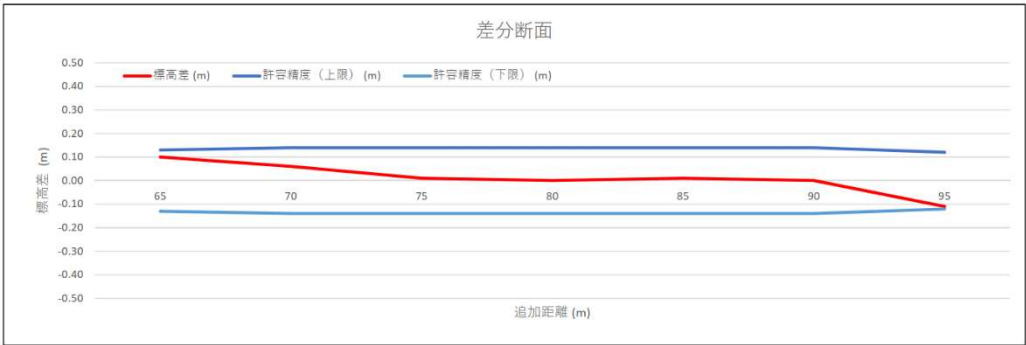
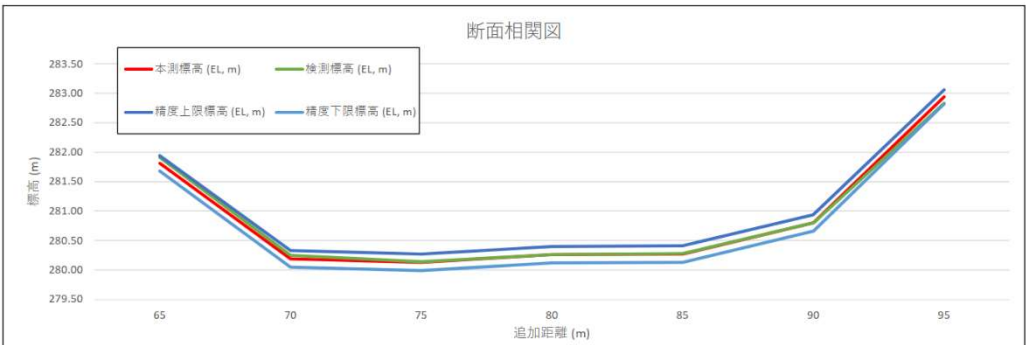
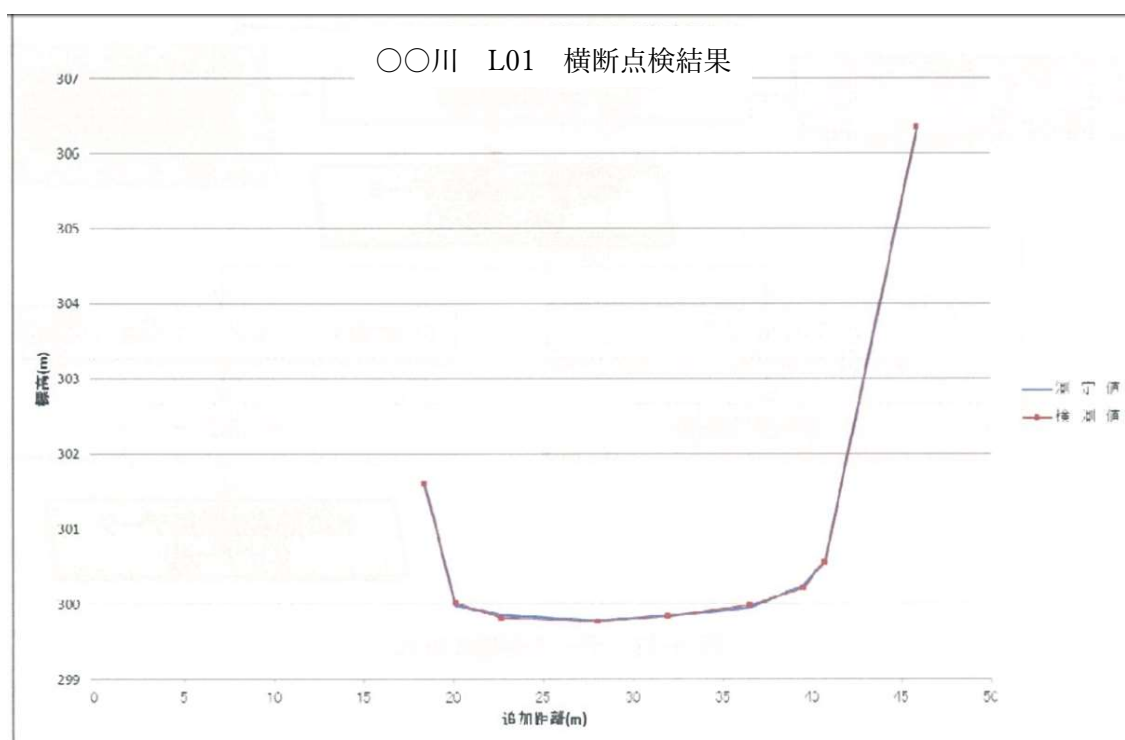


表 河川横断測量精度管理方法及び制限値

点検測量方法	許容精度
実施距離標本数（n 本）の 5 % 以上について、点検測量を（0.005 x n）測線を実施。	距離の制限 = $L / 300$ 標高の制限 = $5 \text{ cm} + 15 \text{ cm} \sqrt{L / 100}$

【断面較差比較による精度検証結果】

測定値と検測値の差が上記の許容精度を満たしているため、精度が確保されている。

[illegible]

別表5 井桁計測記録（マルチビームの場合）

マルチビーム測深機精度管理表（井桁計測）

実施日： 2021年8月4日

実施測線： 測線1 測線2 測線3 測線4

格子間隔： 0.3m

実施方法： 横方向の2つの測線とそれに直行する2つの測線の交わる部分を点群を抽出し、0.3m間隔でグリッドを行った。
 それぞれ同一位置の水深の最大値と最小値を比較した。

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
0	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01
1	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
2	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
3	0.03	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01
4	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01
5	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
6	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
7	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01
8	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
9	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02
10	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02
11	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02
12	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
13	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02
14	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
15	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03
16	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03
17	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03
18	0.05	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
19	0.06	0.06	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04

評価基準： ±10cm 達成率90%以上

=基準を満たす
 =基準を満たさない

格子数： 20 x 20 = 400

達成率： 400 / 400 = 100% （合格）

評価基準の根拠をその時の水深値から示しておく。

例：

評価基準根拠： 許容精度は河川定期縦横断面測量実施要領・同解説（平成30年3月）
記載の湖・ダム $\pm (10 + h / 100)$ cm、（hは水深（cm））より算出
井桁測量の最も浅い水深 0.5 mを基準に算出すると±10cm

別表6 シングルビームでの測量結果報告の例

【〇〇川】
〇〇川上流部 5.0kp 付近では H27 河床と比較して大きな変化は確認できないが、5.2kp においては堆砂傾向が確認され年々河床が高くなっている状況が確認できる。この傾向は 6.0kp まで認められる。6.2kp では H27 河床より H28 河床が停会している区域が一部確認できる。6.4kp-7.4kp 区間では平成 27 年度と比較して河床が低下している状況が確認された。

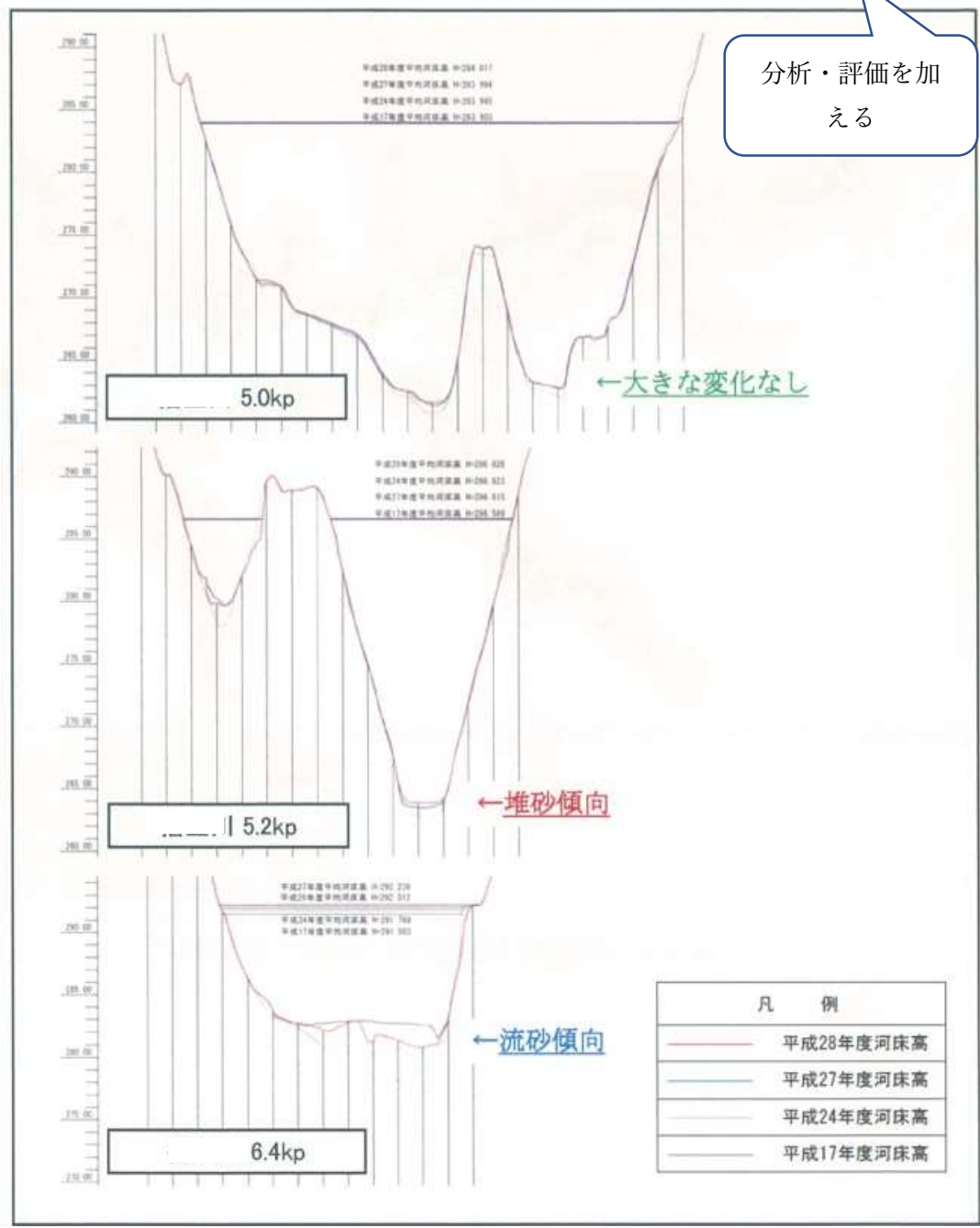


図 〇〇川の堆砂状況

※ 別途、測線に従った表の提出を行う。

別表7 マルチビームでの測量結果報告の例

12.3 水深測量結果

マルチビーム音響測深機は、汀線際の測量船進入可能範囲から沖合へ向けて、計 0.054 km² を計測した。マルチビーム音響測深機による測量範囲を図 14 に示す。測量面積は、解析結果から作成した 1m メッシュ XYZ ファイルの個数より算出した。算出に使用した 1m メッシュ XYZ ファイルを図 15 に示す。

汀線際から沖合約 15m までについては水深が浅く、常に波が立ち、波高が高いため、進入は困難であった。現場写真を写真 17 に示す。

本測量結果より消波ブロックと思われる存在を 10 箇所確認した。詳細は図 16、表 7 に示す。また、図 16 に示すように周囲の地形よりも 3~4m 程高い箇所を 3 箇所確認した。

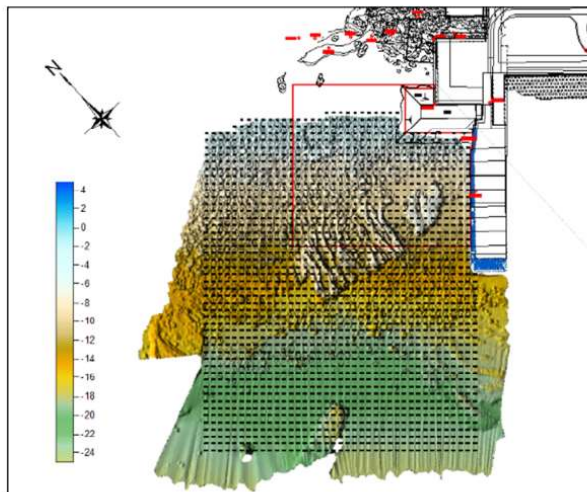


図 14 水深測量成果図

測量面積 1m×1m×54,177 個 = 0.054 (km²)

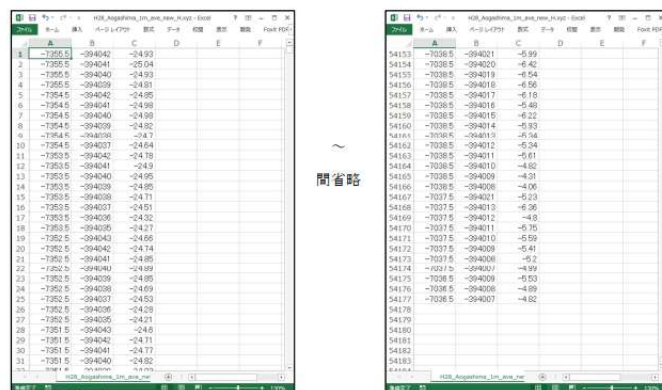


図 15 1m メッシュ XYZ ファイル



写真 17 現場写真

参考：平成 27 年度と本年度の調査結果を合わせた鳥瞰図を図 17 に示す。

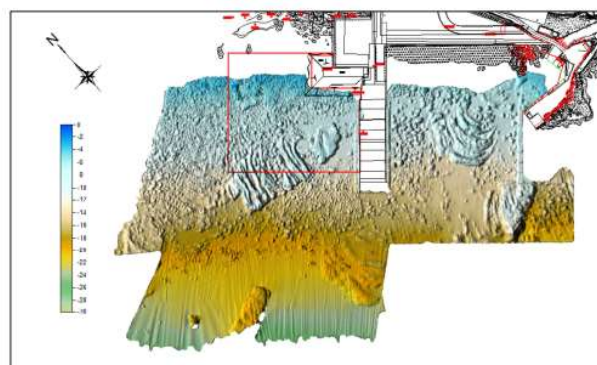


図 17 平成 27 年度と 28 年度の調査結果を合わせた鳥瞰図

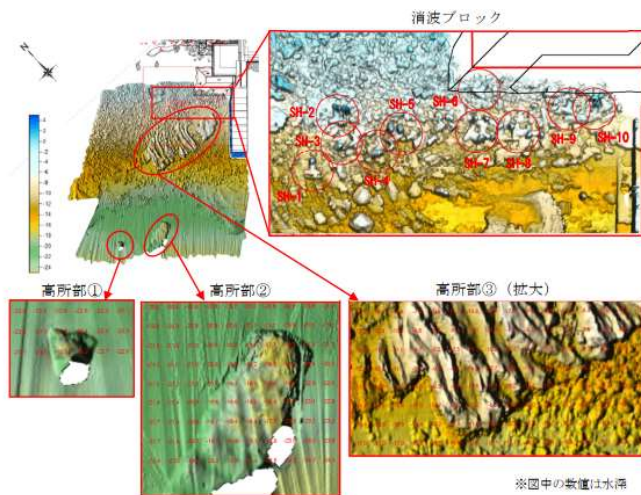


図 16 消波ブロック及び高所部位置図

表 7 消波ブロック位置座標

消波ブロック位置点番号	中心点 X 座標	中心点 Y 座標
SH-1	-393,971.817	-7,112.714
SH-2	-393,965.393	-7,097.661
SH-3	-393,971.609	-7,101.850
SH-4	-393,979.994	-7,096.161
SH-5	-393,980.798	-7,088.174
SH-6	-393,986.449	-7,064.527
SH-7	-393,994.318	-7,072.692
SH-8	-394,001.956	-7,064.4750
SH-9	-394,006.723	-7,050.052
SH-10	-394,011.328	-7,045.039

12.4 水深測量成果図面及び手簿

水深測量結果より以下の手簿・図面を作成した

- ①GNSS 精度確認結果表
- ②マルチビーム測深システム点検簿
- ③音速度測定手簿
- ④マルチビーム測深簿
- ⑤潮位記録簿
- ⑥バーチェック結果表
- ⑦パッチテスト結果表
- ⑧水深図 (5m メッシュ)
- ⑨等深線図
- ⑩3 次元地形鳥瞰図
- ⑪航跡図
- ⑫横断位置図 (5m 間隔)
- ⑬横断図 (5m ピッチ)

別表 8 3次元設計データチェックシート

日 付： 年 月 日

業 務 名：

受注機関：

作 成 者：

3次元設計データチェックシート（案）

項 目	対 象	内 容	点 検 結 果
1) 平面線形	全延長	①起点・終点の座標は正しいか	
		②法面余掘、底面余掘等の変化点の座標は正しいか	
		③その他、構造物等の座標は正しいか	
2) 縦断面形状	全延長	①縦断面形状の起点・終点の水深は正しいか	
		②縦断変化点の水深は正しいか	
		③その他、構造物等の水深は正しいか	
3) 横断面形状	全延長	①横断面形状の起点・終点の位置は正しいか	
		②作成した横断面形状は正確に反映されているか	
		③法面余掘幅、底面余掘厚等、水深は正しいか	
4) 3次元 設計データ	3次元	①入力した 1)～3)の幾何形状と出力する3次元設計データは同一となっているか	

※1 各チェック項目について、チェック結果欄に○または×を記すこと。

※2 上記を確認した際に用いた下記資料もあわせて提出すること。

- ・数量算出断面資料
- ・平面図
- ・縦断図
- ・横断図

※上記以外に分かりやすい資料がある場合は、これに替えることができる。