

事例発表①

令和3年度益田田万川道路田万川地区 地質調査業務

株式会社宇部セントラルコンサルタント 岸本 達也

本日の発表内容

- 益田・田万川道路の概要
- 業務概要
- 調査結果と考察
- BIM/CIMモデル作成
- BIM/CIMモデルの活用効果
- 技術的な課題
- 創意工夫

業務概要@調査位置

■機械ボーリング

ボーリング9本 総掘進長259m

■原位置試験

標準貫入試験 計215回

孔内水平載荷試験(普通載荷) 計7回 (中圧載荷) 計6回

乱れの少ない試料採取

・シンウォールサンプリング 計19本 トリプルサンプリング 計3回

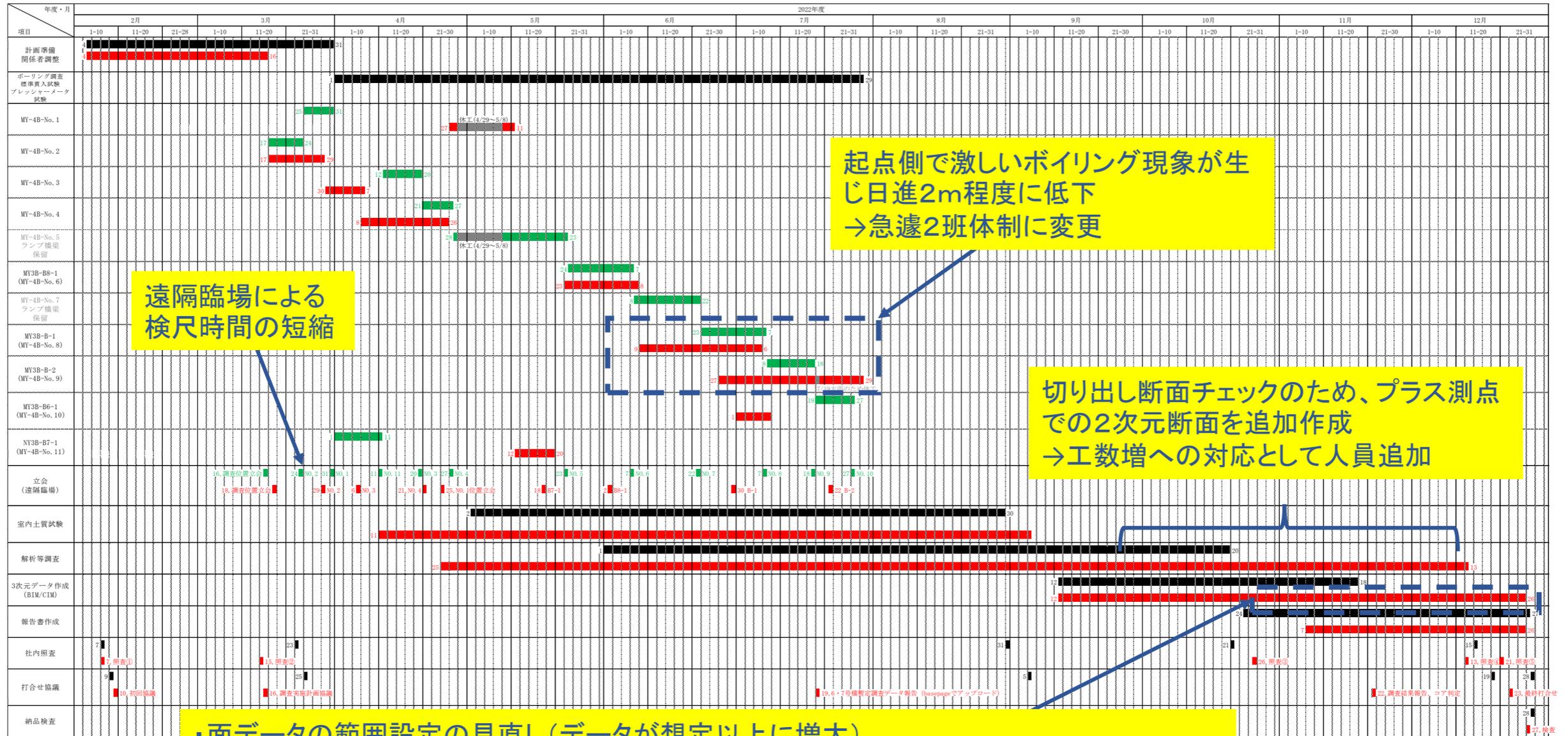
■室内試験土質試験 計111試料 室内岩石試験 計8試料

■解析等調査 1式

■BIM/CIMモデル作成 1式(弊社では初対応、当時は地盤モデル作成に関する社外講習がほとんどなかったため、独学やトライ&エラーで得た結果や知識をフル活用→ソフトウェアの優位性に気づく)



業務概要@調査工程



遠隔臨場による
検尺時間の短縮

起点側で激しいボーリング現象が生じ日進2m程度に低下
-> 急遽2班体制に変更

切り出し断面チェックのため、プラス測点での2次元断面を追加作成
-> 工数増への対応として人員追加

- ・面データの範囲設定の見直し(データが想定以上に増大)
- ・電算処理時間の短縮検討 (makejiban → makejiban + Torend-one + Torend-Pointに変更)
- ・切り出し断面の補正および照査に時間を要した(人員追加)

業務概要@遠隔臨場による検尺風景

残尺の確認状況



iPadは焦点距離の調整が難しいため狭い足場上では撮影が大変

掘削完了後すぐに検尺できるため作業時間の短縮が可能



総尺の確認状況



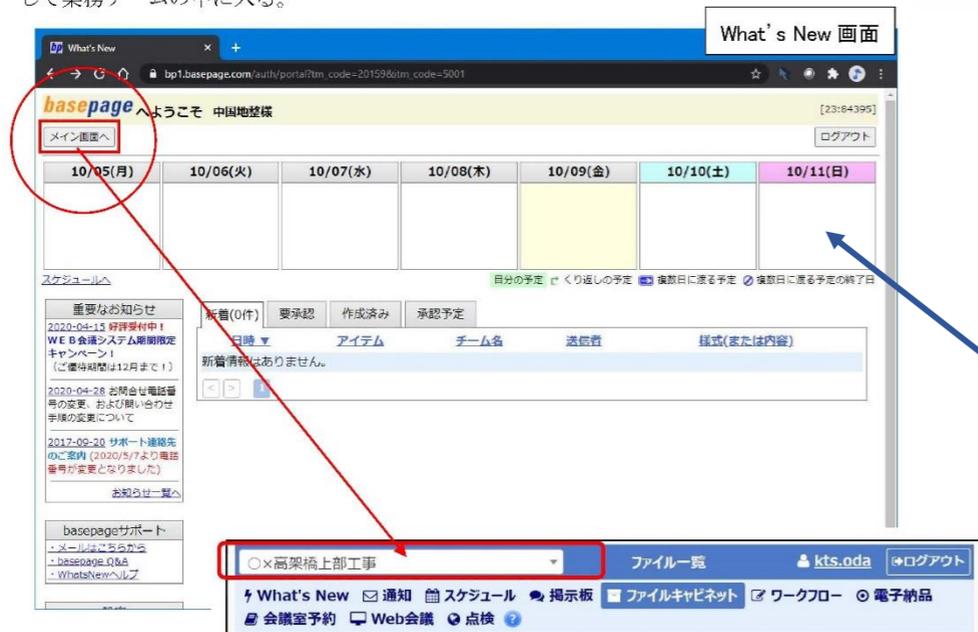
コア確認状況

気温30度越えの猛暑日ではiPadがオーバーヒートしシステムダウンすることもある(日傘必須です)

業務概要@情報共有システム



②ログイン後、連絡事項等の画面が表示される。左上のメイン画面を選択し、対象業務を選択して業務チームの中に入る。



関連工区とのデータ共有

全業務共通の資料・データ共有スペース

- 00_共有
 - 発注者からの貸与資料
 - 合同打合せ資料
 - 設計統一事項
 - 会議議事録
 - 関係機関協議資料
 - その他共有データ

各業務ごとのデータ管理と共有

各業務毎の資料・データ共有スペース

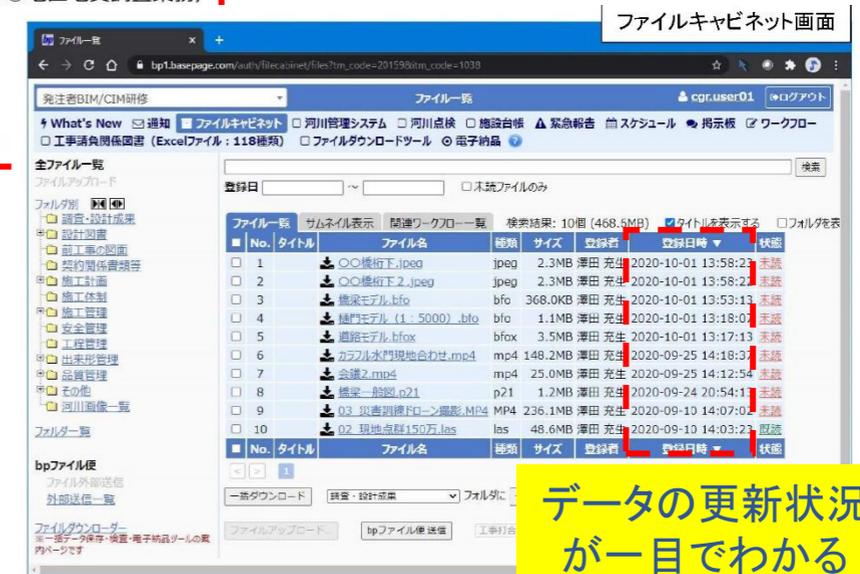
- 01_A Aコンサルタント (〇〇地区道路詳細設計)
 - 打合せ議事録
 - 図面データ
 - その他共有データ
- 02_B B設計コンサルタント (××橋詳細設計)
 - 打合せ議事録
 - 図面データ
 - その他共有データ
- 03_C C技術コンサルタント (〇〇地区地質調査業務)
 - 打合せ議事録
 - 図面データ
 - その他共有データ

システム構成

随時データを更新することで発注者や設計者も最新データをリアルタイムで確認できる

用途に応じて自由にフォルダ作成ができ情報の整理が容易

スケジュール管理と共有も可能



調査結果と考察@地形概要



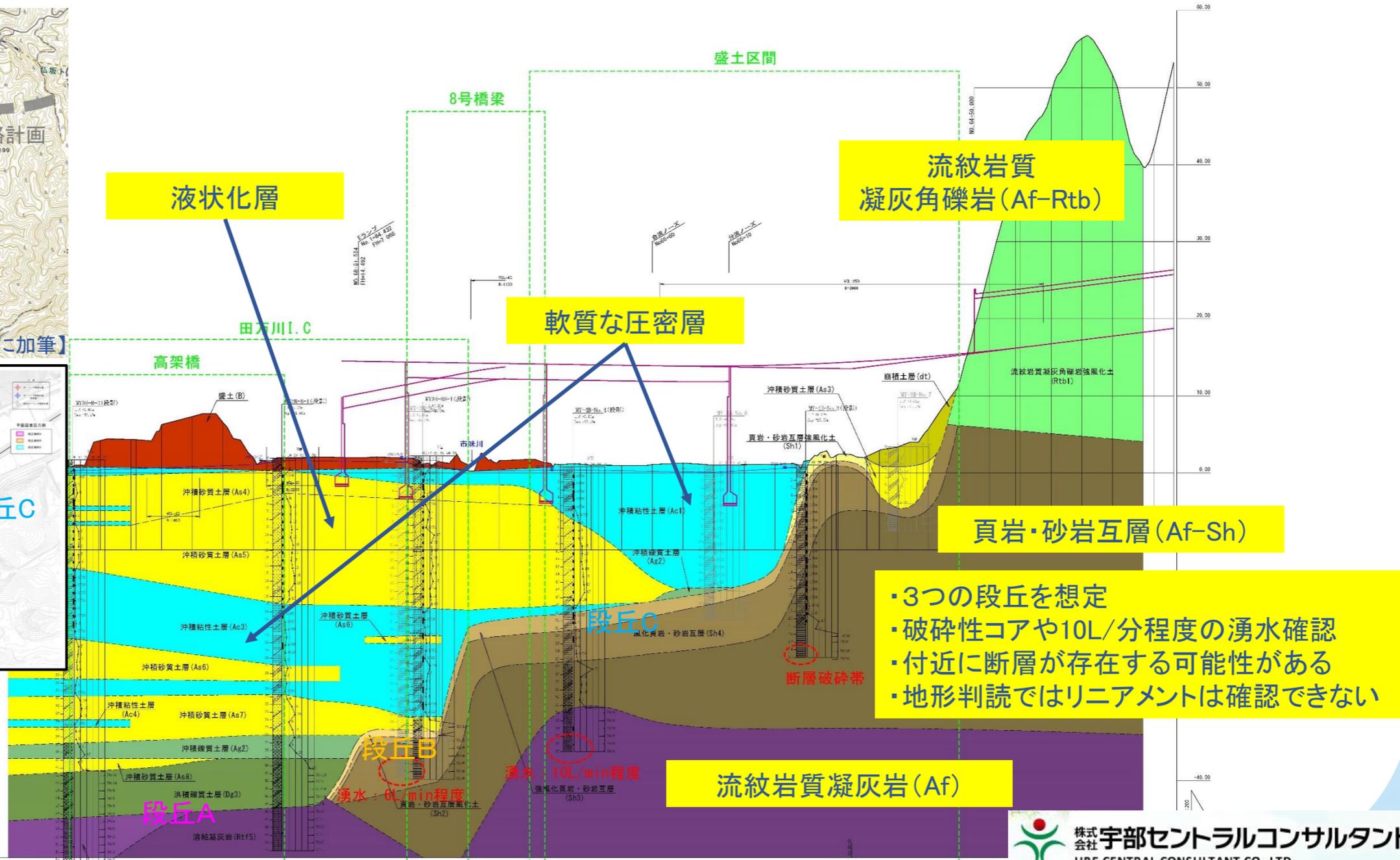
田万川沿いの低地は農業用地やキャンプ場として利用されている

山裾の小高い地形には住宅地が立地している

標高100~500m程度の阿武山地がひろがり、火山地形特有の急崖や浸食谷が多くみられる

【背景: Google earth】

調査結果と考察@地盤モデル図②



- ・3つの段丘を想定
- ・破碎性コアや10L/分程度の湧水確認
- ・付近に断層が存在する可能性がある
- ・地形判読ではリニアメントは確認できない

BIM/CIMモデル作成@実施計画書

目次

第1章 業務概要	1
第2章 検討体制	2
2.1 BIM/CIM 担当技術者	2
2.2 体制組織図	2
第3章 工程表	3
第4章 BIM/CIM を活用した検討等	4
4.1 実施項目	4
4.2 BIM/CIM 実施計画書の作成	5
4.3 BIM/CIM 実施報告書の作成	6
4.4 使用するソフトウェア、オリジナルデータの種類	6
- 巻末資料 -	
BIM/CIM モデル照査時チェックシート	8

表-1.1 業務概要

項目名	詳細
業務名	令和3年度益田田万川道路田万川地区地質調査業務
履行場所	山口県萩市下川方
発注者	国土交通省 中国地方整備局 山陰内部国道事務所
調査職員	総括監督員：副所長 高崎 修 主任監督員：専門調査官 福島 智治 監督員：工務課工務係長 多川 則平
受注者	株式会社 宇部セントラルコンサルタント
履行期間	令和4年2月4日～令和4年12月28日
業務概要	BIM/CIM 活用業務として以下の項目を実施する。 <ul style="list-style-type: none"> 【BIM/CIM モデルの作成・更新】 【BIM/CIM モデルを活用した検討の実施】 【BIM/CIM モデルの照査】 【BIM/CIM モデルの納品】 【BIM/CIM 実施計画書の作成】 【BIM/CIM 実施報告書の作成】

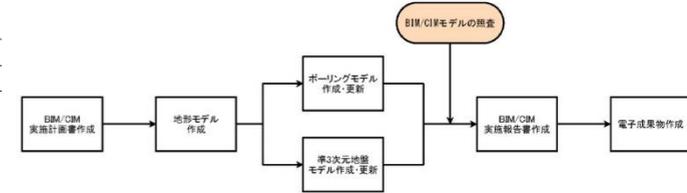


図-1.1 業務実施フローチャート

表-2.1 BIM/CIM 担当技術者

役割名	氏名	所属・役職	資格・実績	担当内容
BIM/CIM 全体総括	表川 義一	調査環境課 課長	RCCM：土質及び基礎、地質	BIM/CIM 活用業務の計画立案、進捗管理、業務成果の確認、技術上・手続き上の管理等の総括
BIM/CIM モデル作成調整者	岸本 達也	技術部 次長	RCCM：土質及び基礎、地質、河川砂防および海岸海洋地質調査技士	地形モデルに使用する地図情報レベルの決定、BIM/CIM モデルの詳細度およびファイル形式の決定や履歴管理
CAD オペレーター (責任者)	前田 直樹	調査環境課 技師	測量士補	BIM/CIM モデル作成調整者の決定事項に基づき、BIM/CIM モデルの作成と更新
社内照査責任者	時田 茂明	社内照査 技術者	技術士：応用理学部門	社内照査担当者

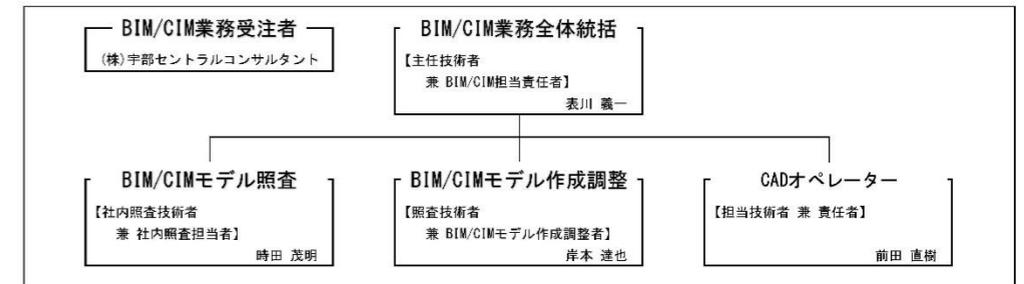


図-2.1 BIM/CIM 作成における体制組織図

BIM/CIMモデル作成@実施計画書

目次

第1章 業務概要	1
第2章 検討体制	2
2.1 BIM/CIM 担当技術者	2
2.2 体制組織図	2
第3章 工程表	3
第4章 BIM/CIM を活用した検討等	4
4.1 実施項目	4
4.2 BIM/CIM 実施計画書の作成	5
4.3 BIM/CIM 実施報告書の作成	6
4.4 使用するソフトウェア、オリジナルデータの種類	6
- 巻末資料 -	
BIM/CIM モデル照査時チェックシート	8

業務内容	令和4年												備考	
	2月 10 20	3月 10 20	4月 10 20	5月 10 20	6月 10 20	7月 10 20	8月 10 20	9月 10 20	10月 10 20	11月 10 20	12月 10 20			
計画準備	■	■												
ボーリング調査			■	■	■	■	■							
標準貫入試験			■	■	■	■	■							
プレッシャーメーター試験			■	■	■	■	■							
室内土質試験				■	■	■	■	■						
解析等調査				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
地形モデルの作成									■	■	■	■	■	「益田地区測量業務、田万川地区測量業務」の成果を利用し作成
ボーリングモデルの作成・更新									■	■	■	■	■	過年度の3次元モデルに今期で得たボーリング成果を反映
準3次元地盤モデルの作成・更新									■	■	■	■	■	過年度と今期のボーリング成果を用いて3次元モデルに反映
属性情報の付与												■	■	
BIM/CIMモデルの照査												■	■	
電子成果物作成												■	■	

【実施項目の内容】

- ・BIM/CIMモデルの作成・更新
(地形モデル:サーフェスモデルは測量成果利用)
(土質モデル:過年度と今年度成果利用)
- ・BIM/CIM活用効果の検討、照査、納品

【実施報告書の内容】

- ・成果物一覧や納品ファイル形式等の記載
- ・BIM/CIMモデル作成 事前協議・引継書シートの作成
- ・実施概要、創意工夫内容、活用効果
- ・基準要領に関する改善提案や技術開発提案事項(ある場合)

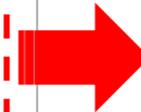
BIM/CIMモデル作成@実施計画書

目次

第1章 業務概要	1
第2章 検討体制	2
2.1 BIM/CIM 担当技術者	2
2.2 体制組織図	2
第3章 工程表	3
第4章 BIM/CIM を活用した検討等	4
4.1 実施項目	4
4.2 BIM/CIM 実施計画書の作成	5
4.3 BIM/CIM 実施報告書の作成	6
4.4 使用するソフトウェア、オリジナルデータの種類の種類	6

- 巻末資料 -

BIM/CIM モデル照査時チェックシート	8
-----------------------------	---



令和 年 月 日

業務・工事名: _____

受注会社名: _____

作成者: _____

BIM/CIM モデル照査時チェックシート

BIM/CIM モデルが正しく作成されていることを確認する場合

項目	内容	照査対象		照査結果
		有	無	
① 測地系、単位系	測地系・単位系は正しく設定されているか			
② 配置位置	構造物が正しい位置に配置されているか			
③ 作成意図	事前協議等で決定したモデルが作成できているか			
④ 詳細度	活用目的に応じた詳細度で作成されているか			
⑤ 属性情報	付与した属性情報の内容が正しいか確認したか			
⑥ 不整合	ねじれや離れ、重なり等のモデルの不整合がないか			
	モデルの更新範囲や必要な部材や周辺構造に抜けがないか			
	ソリッドがサーフェスに分解されていたり、面が閉じていなかったりしていないか			
⑦ 参照資料	外部参照資料のリンクが切れていないか確認したか			
⑧ データ変換	J-LandXML データに変換されたことを確認したか ¹⁾			
	IFC や J-LandXML データを正しく変換されたことをビューアで確認したか			

1) LandXML には、オリジナルの LandXML と、「LandXML 1.2 に準じた 3 次元設計データ交換標準 (案)」の LandXML (通称、J-LandXML という) の 2 種類がある。電子納品では、J-LandXML データでの納品としている。3 次元 CAD ソフトウェアによっては、オリジナルの LandXML データと J-LandXML データのどちらも出力可能なソフトウェアもあるため、納品対象となる J-LandXML データに変換されたことを確認する。

3 次元モデル成果物作成要領に基づく確認を行う場合 (上記の追加分として実施)

項目	内容	照査対象		照査結果
		有	無	
① 2D と 3D の整合性	3 次元モデル成果物と最終成果物となる 2 次元図面が整合していることを確認したか (最低限 2 次元形状データを作成した箇所)			
② 設計条件等の明示	建築限界範囲、用地境界、施工影響範囲等の設計条件、設計申し送り事項等のうち後工程へ引き継ぐ必要性の高い情報について、関連する 3 次元モデル成果物内に視認可能な状態で明示したか			
③ 基準点オブジェクトの作成	位置情報が関連する全ての 3 次元モデル成果物内に基準点オブジェクトを作成したか			

電子成果物が正しく作成されていることを確認する場合

項目	内容	照査対象		照査結果
		有	無	
① フォルダ構成	BIM/CIM モデル等電子納品要領 (案) 及び同解説に基づいて、フォルダが正しく作成されているか			
② 事前協議・引継ぎシート等	BIM/CIM モデル作成事前協議・引継ぎシート、BIM/CIM 実施計画書が格納されているか。ファイル名は、ファイル名規則に則っているか			
③ BIM/CIM モデル等	BIM/CIM モデル作成事前協議・引継ぎシートに記載されている 3 次元モデル成果物、BIM/CIM モデルの全てをフォルダに格納しているか			
④ IFC、J-LandXML	オリジナルデータの他、IFC や J-LandXML 等の標準的なデータ形式で納品する BIM/CIM モデルは、標準的なデータ形式も格納されているか			

※1 各チェック項目について照査対象の有無を確認し、照査対象がある場合には『有』欄に“○”を記入し、照査後に『照査結果』欄に“○”と記すこと。照査対象が無い場合は『無』欄に“○”を記入する。

※2 本チェックシートに基づく照査を行った箇所を検査時に説明できるように、あらかじめ整理しておくこと。また、必要に応じて関連する設計図等 (線形計算書、平面図、構造一般図等) を合わせて提出すること。

チェックシートの内容に基づいてデータチェックを行う

作成データは J-LandXML への変換が必須
↓
オリジナルデータでの納品は認められていません

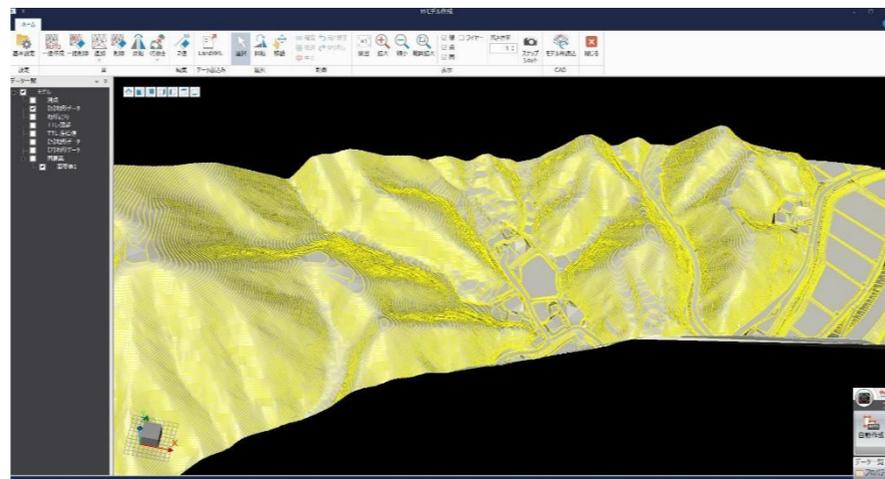
BIM/CIMモデル作成@使用ソフト

① Make Jiban

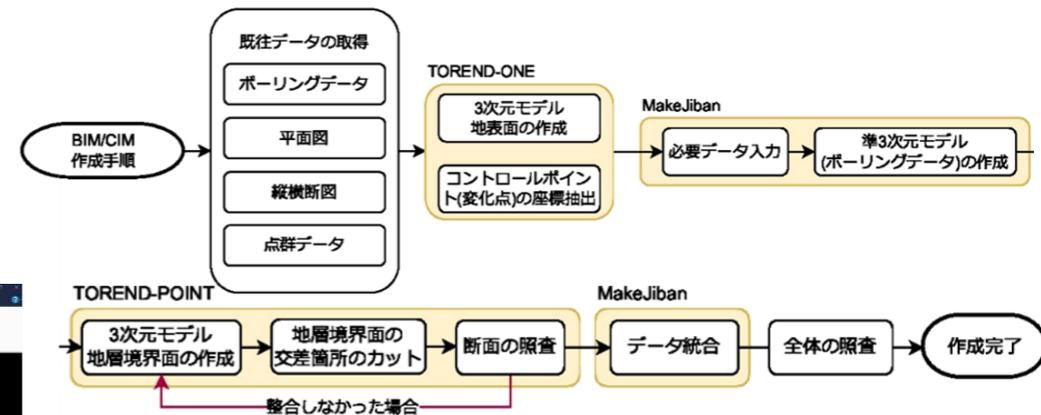


地形データと地層境界面の合成・面データ着色・全体照査

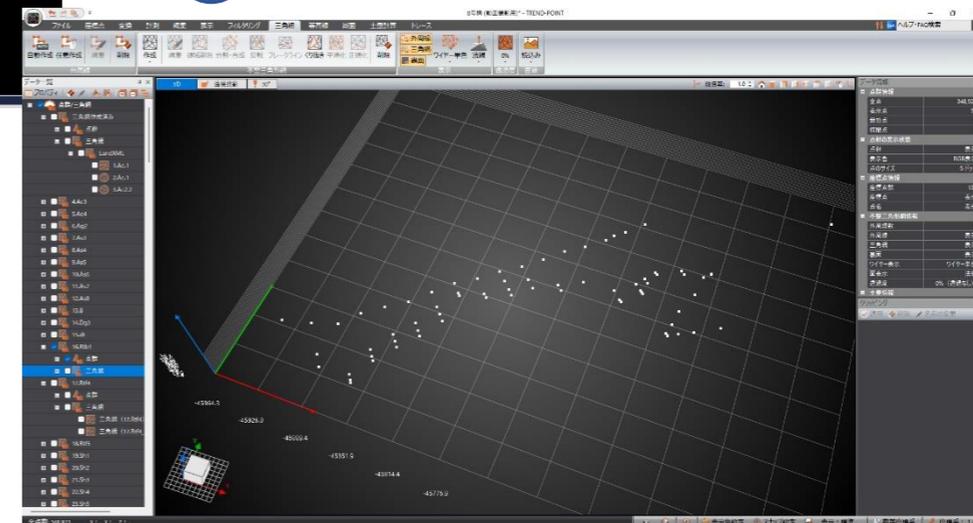
② TOREND-ONE



3次元地形データの作成



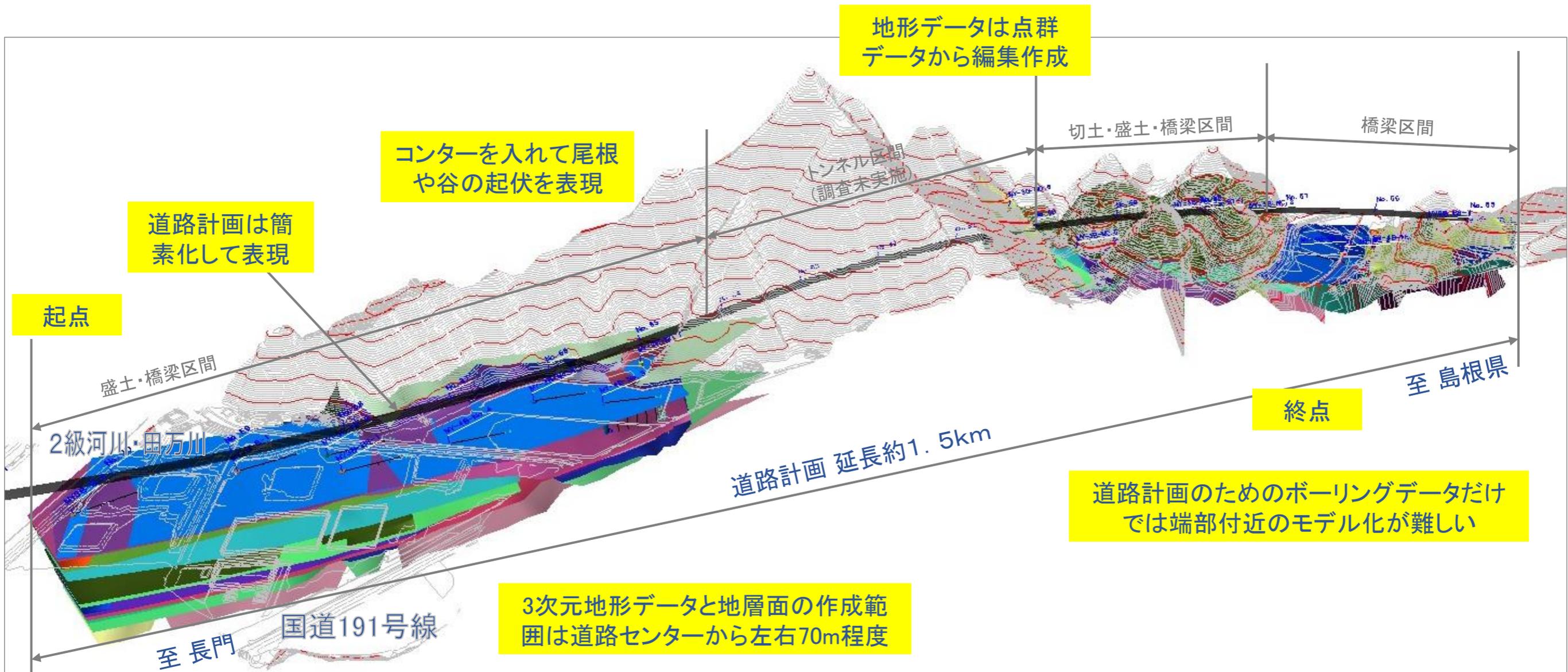
③ TOREND-POINT



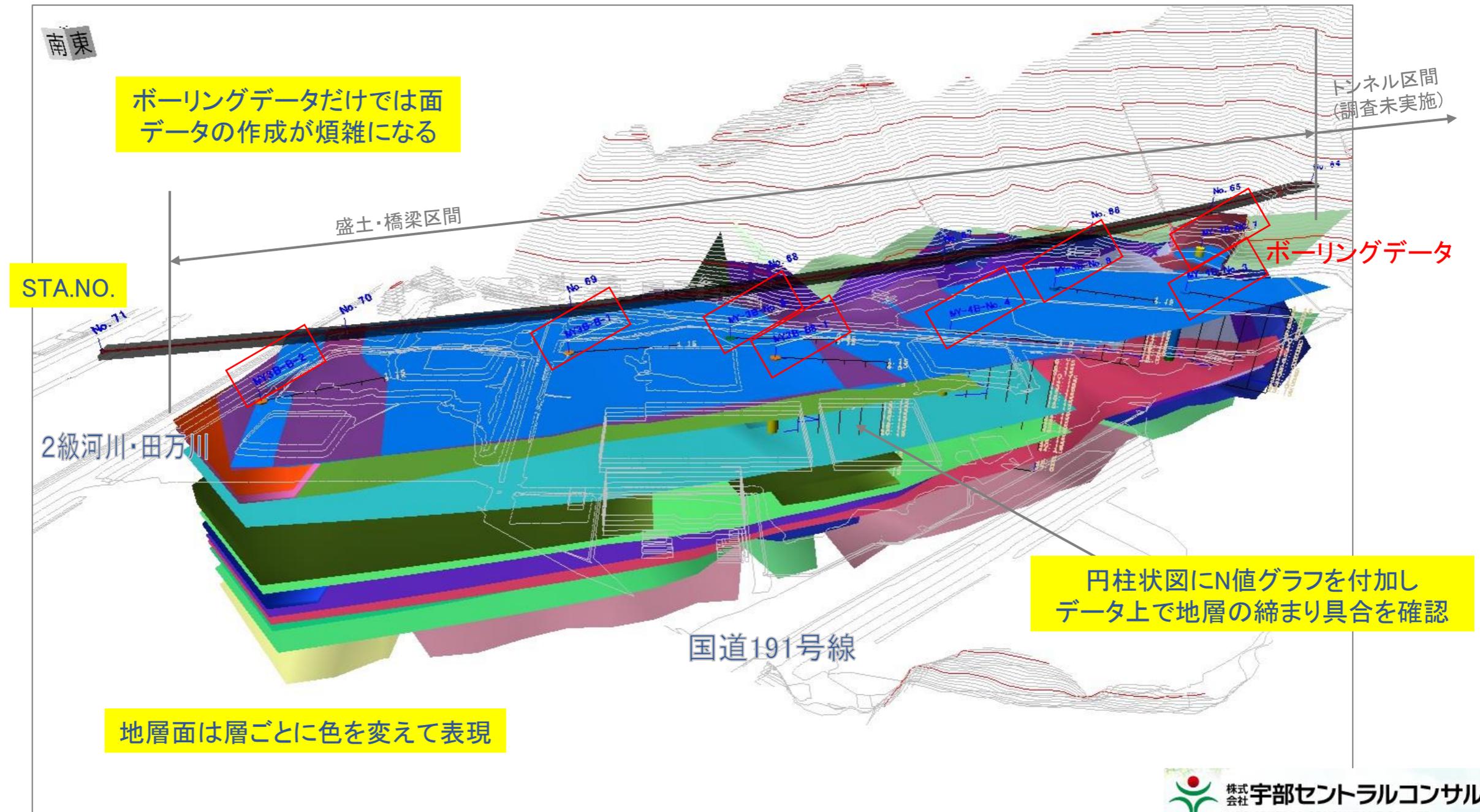
地層境界面の作成とXYZ座標設定

当初は①のみでデータ作成を行う予定であったが、想定以上にデータが重く電算処理に多大な時間を要したため、地形作成と地層境界面作成を分割

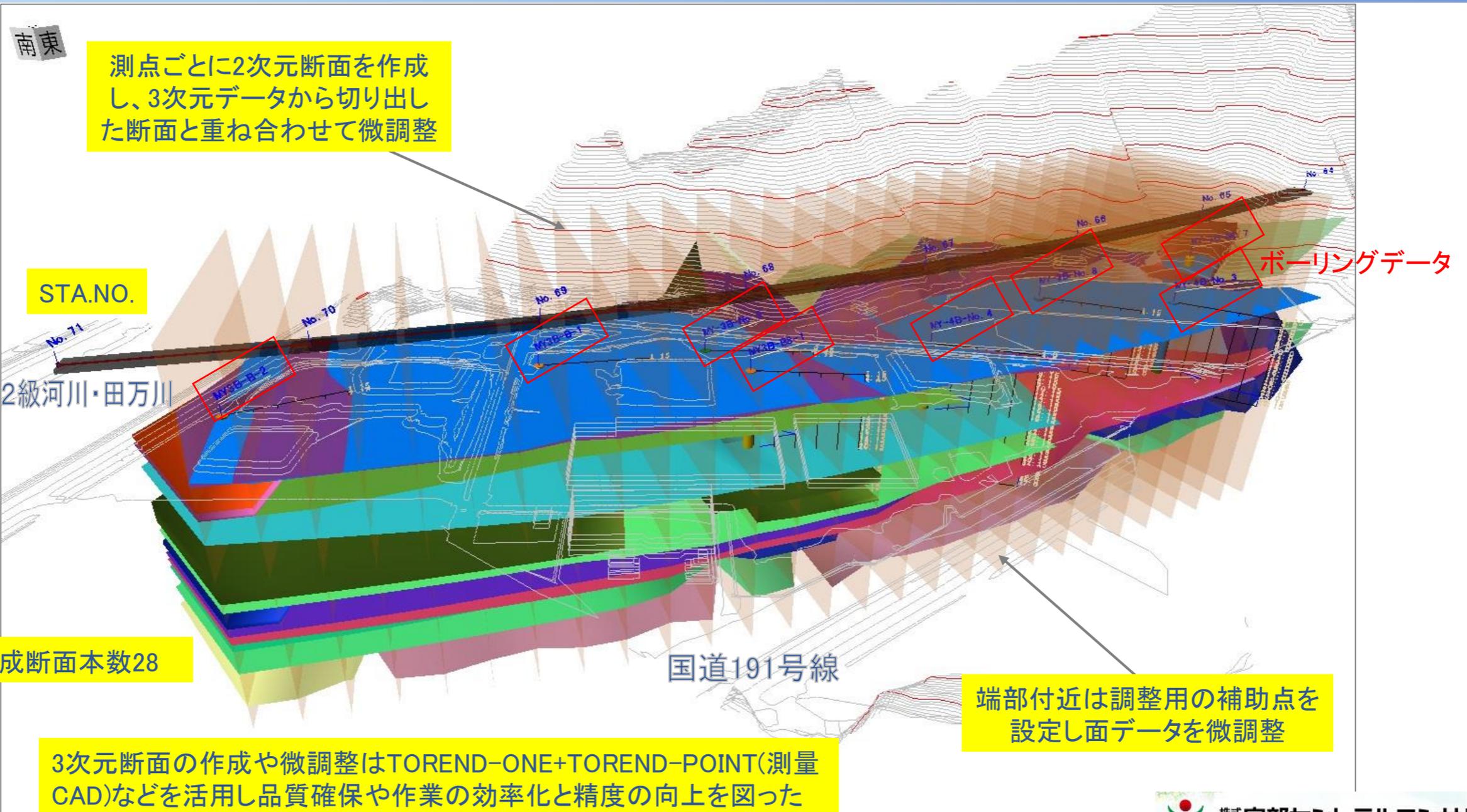
BIM/CIMモデル作成@全体モデル図



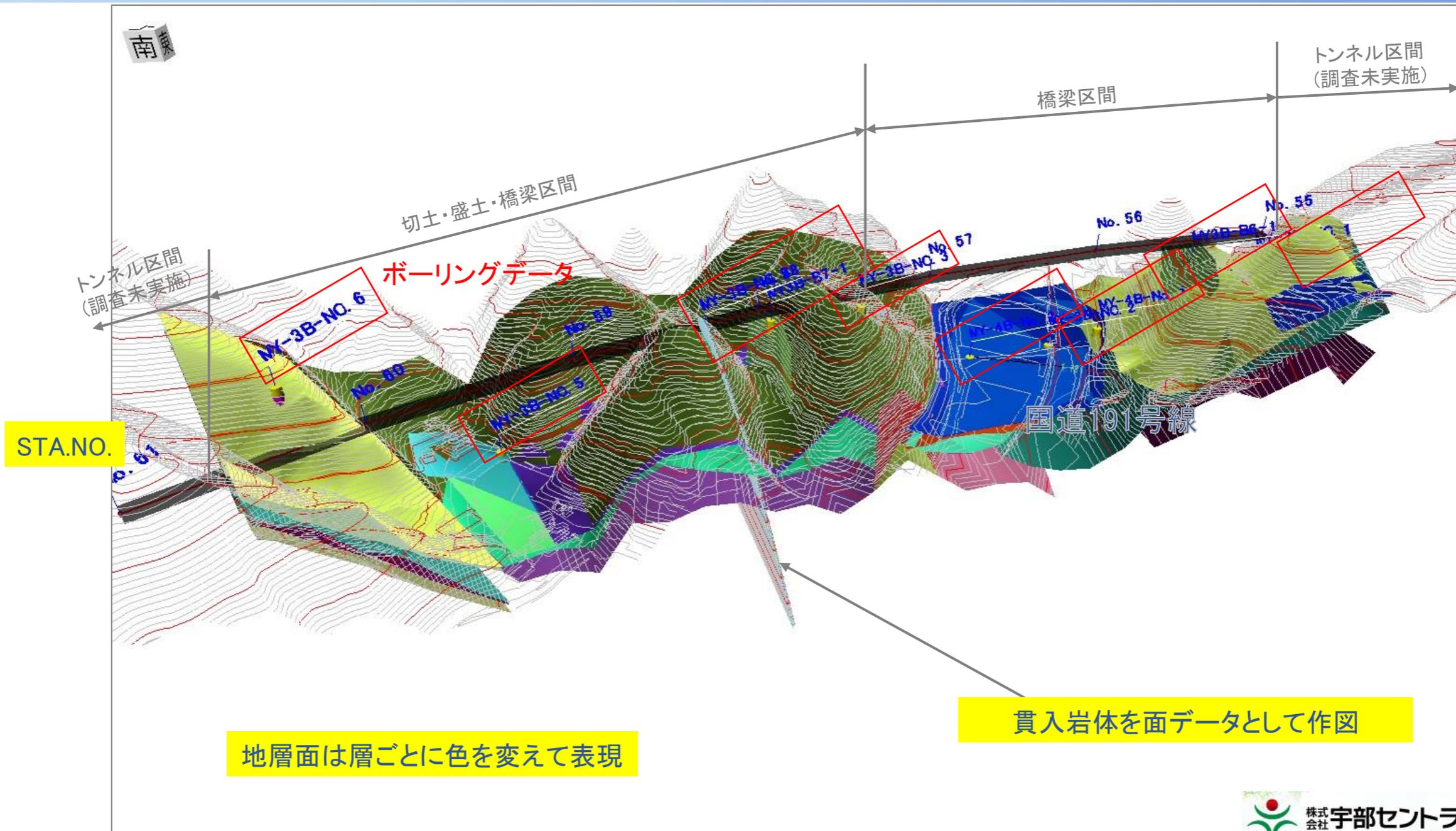
BIM/CIMモデル作成@起点側拡大図



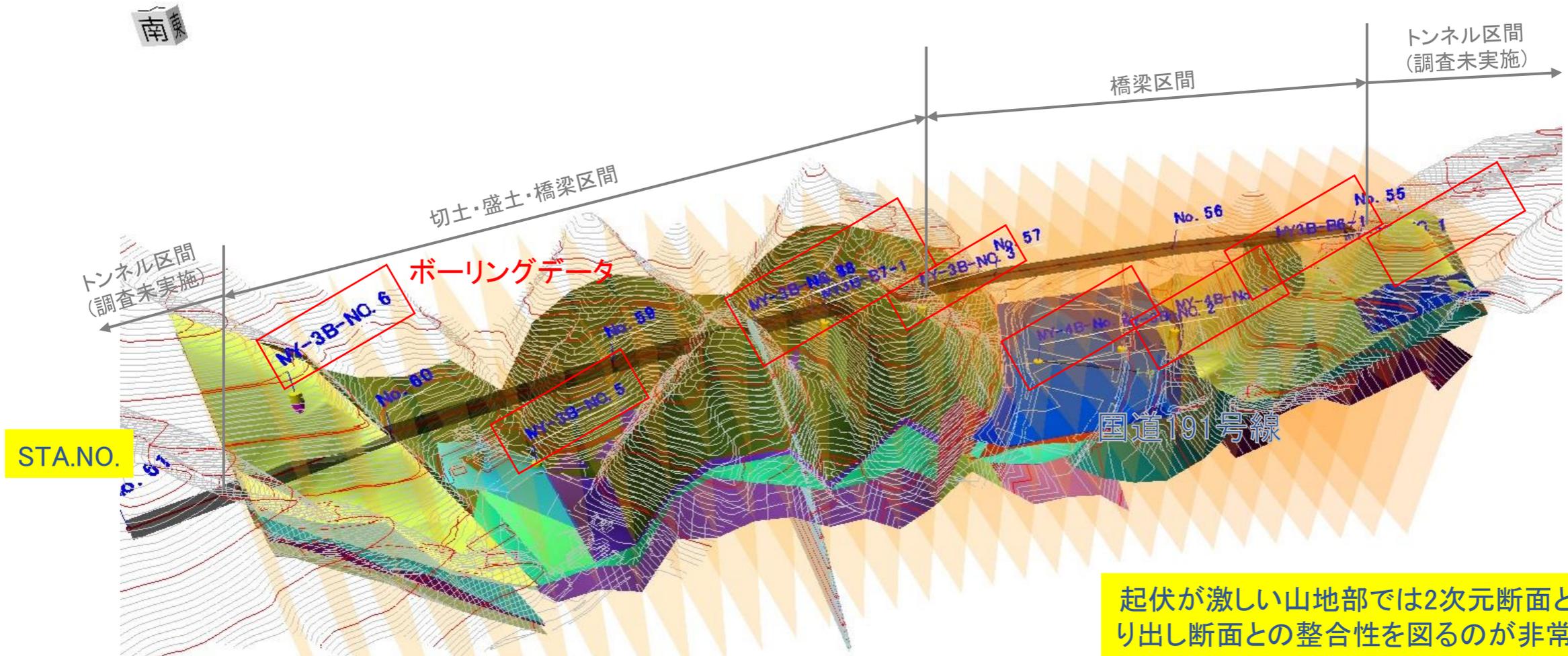
BIM/CIMモデル作成@起点側3次元切り出し断面



BIM/CIMモデル作成@終点側拡大図



BIM/CIMモデル作成@終点側3次元切り出し断面

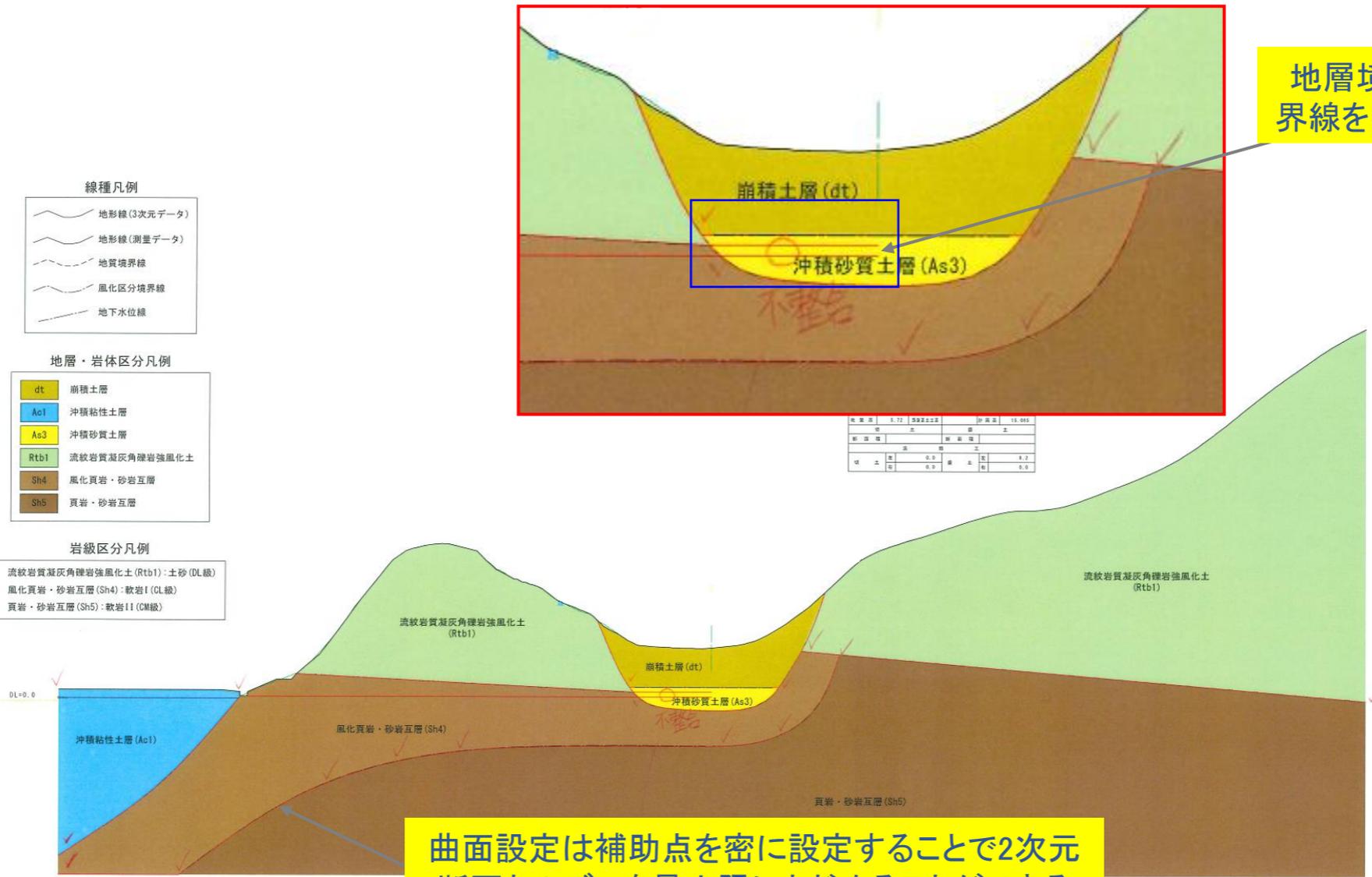


作成断面本数31

平地部よりも多い補正データが必要

起伏が激しい山地部では2次元断面と3次元切り出し断面との整合性を図るのが非常に難しい

BIM/CIMモデル作成@3次元切り出し断面照査



地層境界線が他の地層境界線を突き抜けることがある

曲面設定は補助点を密に設定することで2次元断面とのズレを最小限にとどめることができる

BIM/CIMモデル作成@活用効果

本業務で実施したBIM/CIMモデル作成で得た経験から、次のような活用効果が期待される。

- ①地質・土質に関する専門知識がなくても、目に見えない地質構造をあらゆる角度から立体的に認識することができ、作図ミス of 早期発見・地質リスクの把握・地盤モデルの品質向上が期待できる。
- ②設計計画において、読図に不慣れな若手技術者でも計画構造物と地盤との整合性が容易に確認でき、設計上のボトルネックの抽出に役立てることができる。
- ③任意点で断面切り出しを行うことで、簡単に2次元断面を作成でき、従来の設計用断面(各測点や変化点の断面)の作成が短時間で可能となり、構造検討や作図作業の効率化や生産性の向上が期待できる。

BIM/CIMモデル作成@技術的な課題

課題①: データ作成の目的

- ・データ作成コンセプトの整理調整
- ・データ作成する上で考慮すべき地形地質的条件の整理
- ・作成範囲の決定(地形データが多くなるほど負荷増大で作業効率低下)
- ・使用データの整理(不足する場合はボーリング追加もあり得る)
- ・作成方法の決定(使用ソフト)

※これらの整理調整には、発注者や設計者との意見調整が必須である。

課題②: データチェック

- ・地形形状の再現性の確認(標高チェックや実測横断との対比)
- ・断面切り出し結果と2次元断面との比較(線のズレや重複の有無)
- ・ボーリング位置関係の再確認

※詳細設計では細かな精度を要求されることがある。

課題③: データ活用時の留意点

- ・地質構造が複雑なほどモデルの補足説明が必要になる場合がある。
- ・特に断層や地すべり等がある場合はより詳細な説明が必要。

※属性付与だけでは足りないことが想定されるため、発注者や設計者との引き継ぎ確認が必須である。

課題④: データの互換性

- ・LandXMLに変換し再度データを読み込むとズレが生じることがある。
- ・同じデータを別ソフトウェアで読み込むと、さらに大きなズレが生じる。
- ・ソフトウェアごとに作図精度が異なるため、データの互換性の向上が必須。

※本業務ではデータ上のズレは最大で20cmとなった。

創意工夫@安全管理・環境管理

①安全管理



- ・調査車両には、連絡先等を明示した標示を見えやすい場所に置くとともに、車輪に車止めを設置し安全確保に努めた。
- ・足場の悪い斜面では、安全補助ロープを設置し転倒事故を防止した。

②環境管理



農地への出入りで使用する未舗装道路については、作業前及び作業完了後に轍の修繕を行い、営農に支障がでないように十分に配慮した。修繕を行うことで、地元住民と良好な関係を保ち、現地調査もトラブルなく終えることができた。

創意工夫@コア判定の効率化



掘削分類(岩盤)

岩盤の掘削分類は岩分類、市場単価ボーリング規格、使用ビットの要否を踏まえて判定した。

掘削分類(岩盤)		
岩分類	市場単価ボーリング規格	備考
軟岩Ⅰ	軟岩	
軟岩Ⅱ	軟岩	ダイヤモンド合は、中掘
中硬岩	中硬岩	
硬岩Ⅰ	硬岩	
硬岩Ⅱ	極硬岩	
破砕帯	破砕帯	

(出典：令和2年度版 設計業務等標準積算基準p0-2-5,国土交通省大臣)

掘削分類(土砂)

土質分類	土質分類	地山弾性波速度 (km/sec)	一軸圧縮強度 (N/mm ²)
粘土・シルト	ML, MH, CL, CH, OL, OH, VL, VH	—	—
砂・砂質土	S, S-G, S-F, S-FG, SG, SG-F, SF, SF-G, SFG	—	—
礫質土	G, G-S, G-F, G-FS, GS, GS-F, GF, GF-S, GFS	—	—
玉石混り土	—	—	—

土砂は、ボーリングコアの観察結果をもとに粒徑により土質区分した。

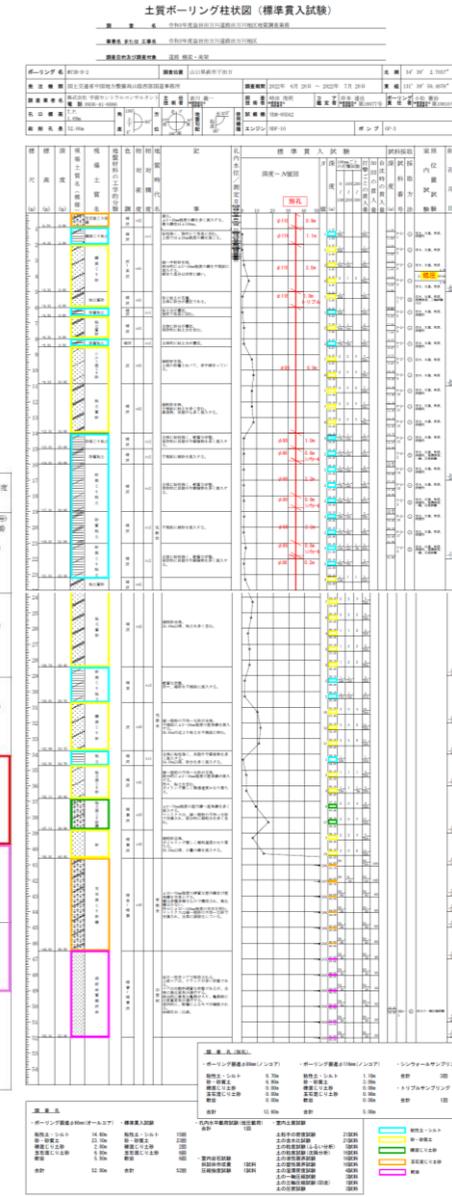
粒徑 (mm)	
0.005	0.075 0.25 0.85 2 4.75 19 75 300
粘土	シルト
細砂	中砂
粗砂	細礫
中礫	粗礫
粗石	巨石
細粒分	粗粒分
石分	

「平成21年度発行 地盤材料試験の方法と解説p55【地盤工学会】」より抜粋

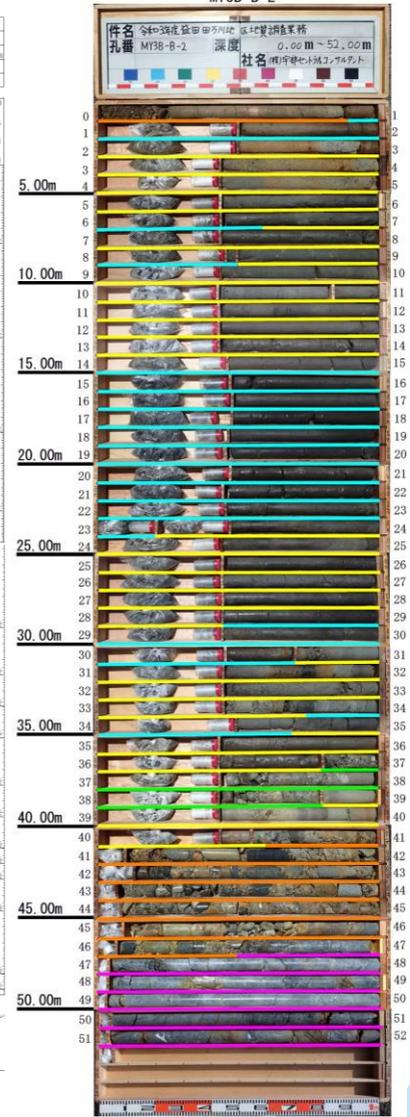
土粒子の粒徑区分と呼び名

| 土質分類 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| B | 硬質土 | 軟質土 | 中硬土 | 硬質土 | 軟質土 | 中硬土 | 硬質土 | 軟質土 | 中硬土 |
| G | 硬質土 | 軟質土 | 中硬土 | 硬質土 | 軟質土 | 中硬土 | 硬質土 | 軟質土 | 中硬土 |
| C | 硬質土 | 軟質土 | 中硬土 | 硬質土 | 軟質土 | 中硬土 | 硬質土 | 軟質土 | 中硬土 |
| G | 硬質土 | 軟質土 | 中硬土 | 硬質土 | 軟質土 | 中硬土 | 硬質土 | 軟質土 | 中硬土 |
| B | 硬質土 | 軟質土 | 中硬土 | 硬質土 | 軟質土 | 中硬土 | 硬質土 | 軟質土 | 中硬土 |
| D | 硬質土 | 軟質土 | 中硬土 | 硬質土 | 軟質土 | 中硬土 | 硬質土 | 軟質土 | 中硬土 |

備考：本表は、応用地質学会・土木学会・JACIC・旧日本道路公団等の「岩盤分類基準」を参考に作成したものである。



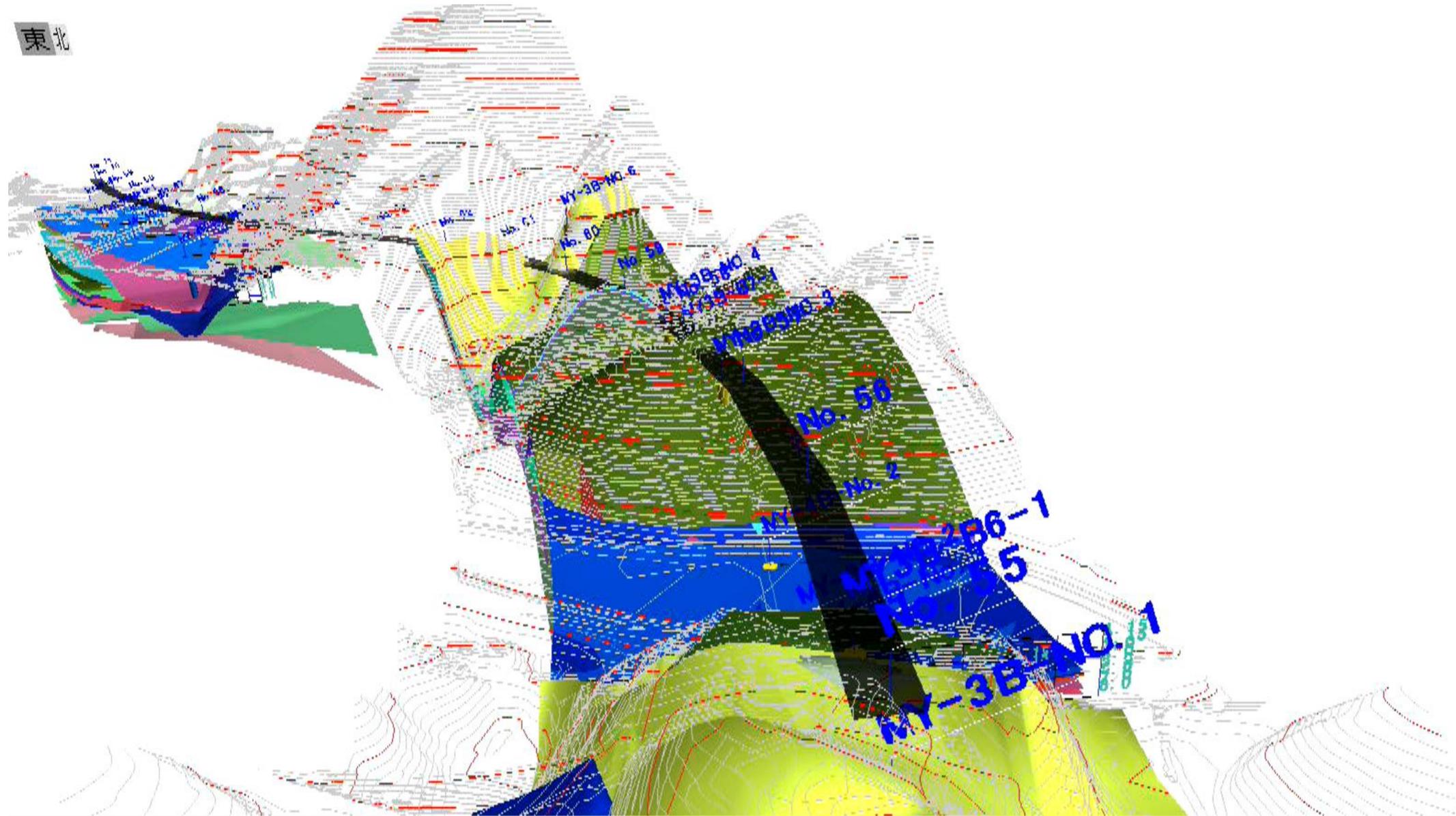
コア写真



ボーリングの総掘進長は259mであり、ボーリングコアの判定作業を効率的に行うために以下の工夫を行った。

- ◆ボーリングコアや柱状図は削孔区分ごとに着色するとともに、根拠資料にも同様に着色し説明用資料として配布した。
- ◆調査地の地形地質状況をイメージし易いように、調査位置平面図や推定地質断面図を大判で貼り出した。

最後に



ご清聴いただきありがとうございました

