

CIM に対応するための地盤情報の基盤開発

中田 文雄*・土屋 彰義*：安藤 潤*：坂森 計則*：和田 里絵*

Development of Geoinformation System for CIM

Fumio NAKADA,* Akiyoshi TSUCHIYA*, Jun ANDOH*,
Kazunori SAKAMORI* and Rie WADA*

*一般社団法人 全国地質調査業協会連合会 Japan Geotechnical Consultants Association,
1-5-13, Uchikanda, Chiyoda-ku, Tokyo, 101-0047, Japan E-mail: nakadaf@gupi.jp

キーワード：地質調査，電子成果品，三次元地質モデル，システム開発

Key words : Geological survey, Computerized report, Three-dimensional geological model,
System development

日本情報地質学会2016年度シンポジウム
2016年11月18日(金)

1

CIMに対応するための地盤情報の基盤開発

『三次元地盤モデル作成の手引き』より

1. CIMで活用可能な三次元地盤モデルデータの標準(提案)
2. 三次元地盤モデル(形状データ)の作成方法(例)と留意点
4. 実践に基づく三次元地盤モデルの作成手順
5. CIM 対象ごと(分野別)の三次元地盤モデルの事例

注 「3. CIM 対応三次元地盤モデルの構築を支援するウェブサイト」は後半へ

一般社団法人 全国地質調査業協会連合会
○中田 文雄：土屋 彰義：安藤 潤：坂森 計則：和田 里絵

★ 研究の概要

2

研究期間 : (自)平成26年8月16日 (至)平成28年8月31日

研究目的 : CIMで利用可能な信頼性の高い地質地盤モデルの作成を支援すること目的として、以下の研究課題に取り組む

研究課題Ⅰ : 三次元地盤モデル作成の基となる地盤情報の管理と公開を支援する情報共有基盤の開発

研究課題Ⅱ : CIMで活用可能な三次元地盤データモデルの標準化

研究成果 : 三次元地盤モデル作成を支援するデータ標準と共有基盤の作成。 成果は、一般へ無償公開する

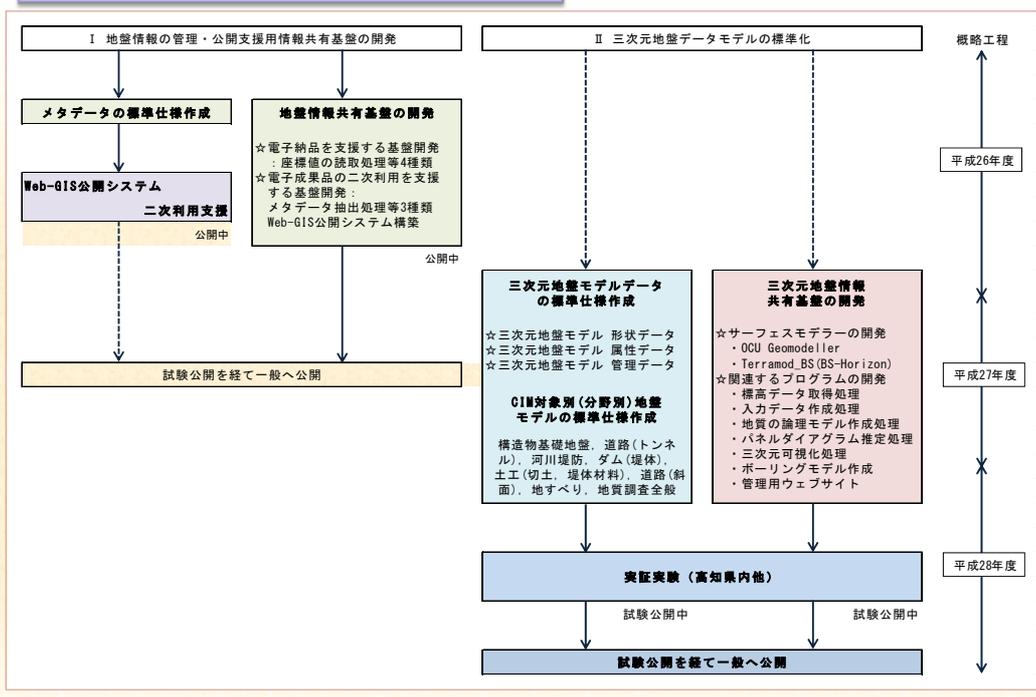
研究機関 : 一般社団法人 全国地質調査業協会連合会

研究委員会 : 「CIM対応三次元地盤モデル委員会」で意見を拝聴

前提事項 : 地質地盤分野における三次元モデルは **技術者の解釈と想像力を加えた推定モデル**である。

★ 研究の概要

3



★ 研究の概要

4

CIM対応三次元地盤モデル委員会委員(学会・全地連関係者のみ)

委員長 升本 眞二 大阪市立大学 大学院理学研究科 教授
 委員 根本 達也 大阪市立大学 大学院理学研究科 講師
 野々垣 進 (特国法)産業技術総合研究所 研究員
 秋山 泰久 (一社)全地連 情報化委員長[国際航業(株)]
 照屋 純 (一社)全地連 情報化委員[日本工営(株)]
 事務局 土屋 彰義 (一社)全国地質調査業協会連合会
 中田 文雄 川崎地質(株)／(NPO)地質情報整備活用機構
 安藤 潤 川崎地質(株)
 坂森 計則 日本工営(株)
 和田 里絵 応用地質(株)

プログラム提供・開発

升本 眞二 : OCU Geomodeller(パネルダイアグラム : Fortran)
 根本 達也 : OCU Geomodeller(サーフェスマデラー : Fortran)
 北尾 馨 : 上記のサーバー/クライアント制御システム
 坂本 正徳・野々垣 進・升本 眞二 : Terramod_BS (Visual Basic)
 注 座標系を数学系から平面直角座標系に変更
 中田 文雄 : 全てのウェブ制御・支援システム

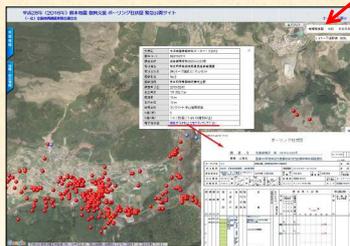
★ 研究の概要

5

研究課題Ⅰ：三次元地盤モデル作成の基となる地盤情報の管理と 公開を支援する情報共有基盤の開発

項目	策定したデータ標準
1) 地盤情報メタデータの標準仕様作成	ボーリングデータ類のメタデータ

項目	開発したプログラム群
2) 地盤情報共有基盤の開発	電子納品を支援する基盤の開発(位置座標の確認) ・ウェブ版 座標値の読み取りと確認処理(2種類) ・ウェブ版 位置座標の確認処理 ・ウェブ版 測地系の変換処理
	電子成果品の二次利用を支援する基盤の開発 ・ウェブ版 メタデータ抽出処理 ・ウェブ版 地盤データの抽出処理 ・ウェブ版 土質試験結果一覧表の表示処理 ・Web-GIS公開システム構築



本研究期間中、平成28年(2016)熊本地震が発生した。
 本研究で開発したWeb-GIS公開システムを利用して、
 同地震の復旧・復興を支援する地盤情報公開サイトを
 立ち上げ、本システムが実用の域に達しているこ
 とを実証した。

注 時間の関係で、研究課題Ⅰの説明は割愛します。

★ 研究の概要

6

研究課題Ⅱ：CIMで活用可能な三次元地盤データモデルの標準化

項 目	策定したデータ標準
1) 三次元地盤モデルデータの標準仕様作成	三次元地盤モデル 形状データの標準仕様策定(提案) ボーリングモデル、テクスチャモデル、准三次元(地質)断面図、サーフェスモデル、ソリッド・ボクセルモデル、柱状体モデル、パネルダイアグラム
	三次元地盤モデル 属性データの標準仕様策定(提案) 上記に同じ
	三次元地盤モデル 管理データの標準仕様策定(提案) 上記に同じ
2) CIM対象別(分野別)地盤モデルの作成事例	構造物基礎地盤、道路(トンネル)、河川堤防、ダム(堤体)、土工(切土、堤体材料)、道路(斜面)、地すべり、地質調査全般
項 目	開発したプログラム群
3) サーフェスモデラー 及び関連するプログラムの開発	サーフェスモデラーの開発 ・ウェブ版 OCU Geomodeler ・Terramod_BS(BS-Horizon)[改良][地層境界面の形状推定プログラム] 関連するプログラムの開発 ・ウェブ版 標高データ取得処理 ・ウェブ版 入力データ作成処理 ・ウェブ版 地質の論理モデル作成処理 ・ウェブ版 パネルダイアグラム推定処理 ・ウェブ版 三次元可視化処理 ・ウェブ版 ボーリングモデル(イメージ)作成 ・各プログラム管理用ウェブサイト

★ 『三次元地盤モデル作成の手引き』

7

～建設現場の生産性向上に向けて～

★手引きとは

- ・ 研究報告書の抜粋
- ・ モデルの作成方法と留意点を重視した内容
- ・ 広く提供するためにウェブでも公開

★目 次

1. CIM で活用可能な三次元地盤モデルデータの標準化(提案)
2. 三次元地盤モデル(形状データ)の作成方法(例)と留意点
3. CIM 対応三次元地盤モデルの構築を支援するウェブサイト
4. 実践に基づく三次元地盤モデルの作成手順
5. CIM 対象ごと(分野別)の三次元地盤モデルの事例

注 以後のタイトル番号は手引きによる

1.1 CIMにおける三次元地盤モデル

8

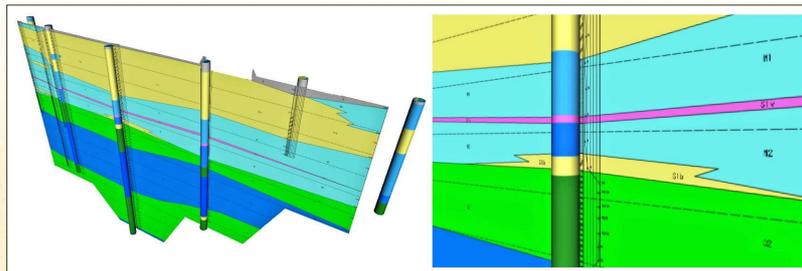
本研究では、三次元の位置情報を持つ地盤モデルを
「三次元地盤モデル」と定義づけた。

モデル名称		特記事項
一次元地盤モデル		
ボーリングモデル		ボーリング柱状図から層序等を抽出したモデル
准三次元地盤モデル		
テクスチャモデル		三次元地形表面に地質平面図などを貼り付けたモデル
准三次元断面図		従来手法の地質断面図に空間情報を付与したモデル
三次元地盤モデル		
サーフェスモデル		地層あるいは物性値層による境界モデル
ソリッド モデル	ボックスセルモデル	属性データを、ボックスセルと接点のいずれかに付与
	柱状体モデル	平面的にはセル、深さ方向は地層境界であるモデル
パネルダイアグラム		三次元地盤モデルから作成された任意の断(平)面図

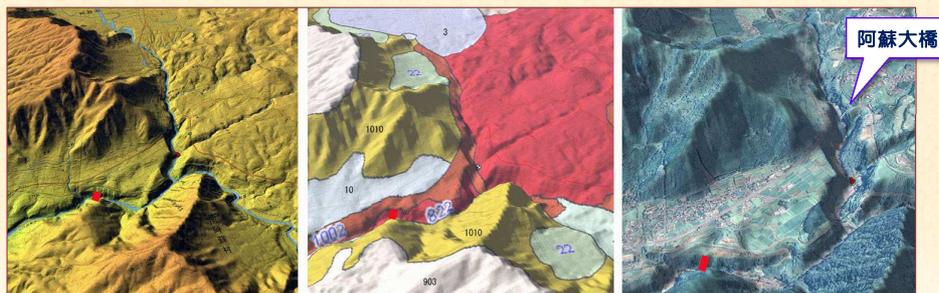
1.1 CIMにおける三次元地盤モデル

9

☆ボーリングモデルと准三次元断面図の見本



☆テクスチャモデル(准三次元地質平面図等)の見本



(左)国土地理院色別標高図

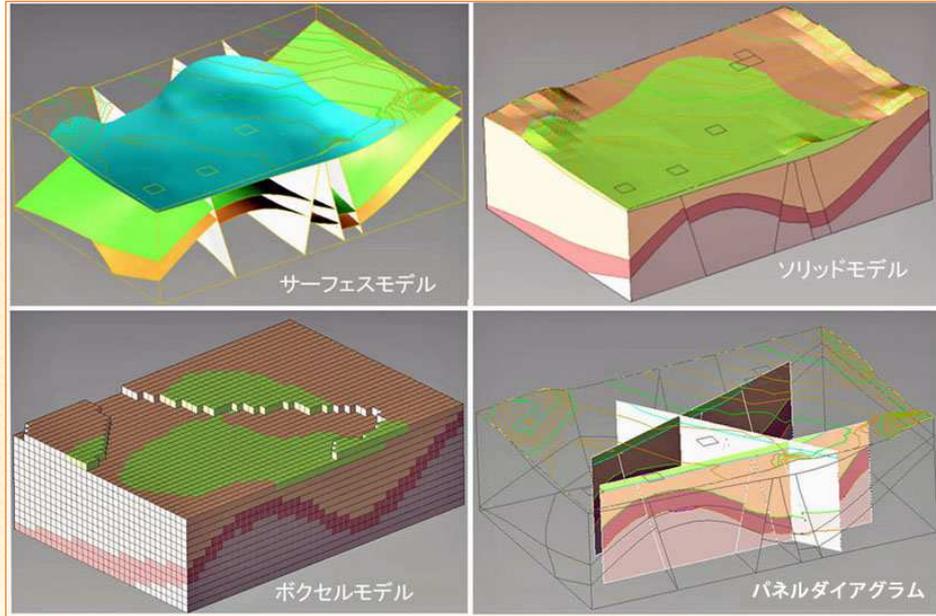
(中)産総研シームレス地質図

(右)国土地理院国土基本図

1.1 CIMにおける三次元地盤モデル

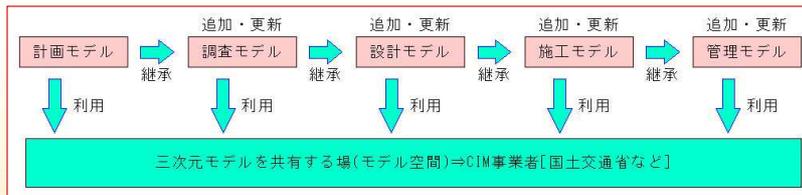
10

☆(狭義)三次元地盤モデルの見本



1.2 三次元地盤モデルとモデルデータ

11



★モデルデータの原則：継承性とデータ標準の公開

★データ標準：形状データ、属性データ(本研究では提案のみ)

	企画・計画	調査	設計	施工	維持管理
実施項目	<ul style="list-style-type: none"> 測量(資料) 地質(資料・踏査) 基本要素(計画) 	<ul style="list-style-type: none"> 測量 地質(掘削・探査) 基本要素 	<ul style="list-style-type: none"> 構造設計(支保構造の設計等) 	<ul style="list-style-type: none"> 支保構造 観測, 計測(切羽, A・暗計測) 	<ul style="list-style-type: none"> 定期点検 総点検
主な属性	<ul style="list-style-type: none"> 地形(DEM) 地盤(推定) 道路線形 	<ul style="list-style-type: none"> 地形(詳細DEM) 地盤(推定) 道路線形 内空断面 	<ul style="list-style-type: none"> 支保構造(設計) 覆工厚さ(設計) 	<ul style="list-style-type: none"> 地盤(実績) 支保構造(実績) 吹付厚さ(実績) 覆工厚さ(実績) 観測結果 計測結果 	<ul style="list-style-type: none"> 点検結果
運用モデル(イメージ)	(1) 計画モデル	(2) 調査モデル	(3) 設計モデル (実用段階でデータ管理)	(4) 施工モデル (実用段階でデータ管理)	(5) 管理モデル (竣工引継ぎ段階でデータ管理)

1.2.2 三次元地盤モデルの詳細度(提案)

12

詳細度	CIMの段階	地盤モデルでの定義	地盤モデルの例
100程度	企画・計画 (事業計画)	<ul style="list-style-type: none"> ・基盤地図情報や既存資料を利用して作成できる程度の形状情報 ・境界面のみの属性情報 ・形状情報と属性情報は分離しない 	<ul style="list-style-type: none"> ・テクスチャモデル ・ポーリングモデル ・准三次元断面図 ・サーフェスモデル(簡易版)
150程度	調査 (関係者協議)	<ul style="list-style-type: none"> ・地質調査によって作成できる程度の形状情報 ・境界面のみの属性情報 ・形状情報と属性情報は分離しない 	<ul style="list-style-type: none"> ・ポーリングモデル ・准三次元断面図 ・サーフェスモデル ・パネルダイアグラム(サーフェス)
200程度	調査・解析 (設計・施工)	<ul style="list-style-type: none"> ・地質調査によって作成できる程度の形状情報 ・地層や物性値等による属性情報 ・形状情報と属性情報はIDによる関連付けの上、個別に管理する 	上記に加え <ul style="list-style-type: none"> ・ソリッド・ボクセルモデル ・パネルダイアグラム(ソリッド)
300程度	施工・ 維持管理	<ul style="list-style-type: none"> ・掘削土工により判明した観察に基づく形状情報 ・地層や物性値等による属性情報 ・形状情報と属性情報はIDによる関連付けの上、個別に管理する 	<ul style="list-style-type: none"> ・テクスチャモデル ・准三次元断面図 ・サーフェスモデル ・ソリッド・ボクセルモデル ・パネルダイアグラム

★BIM Forum の定義：LOD=200は「近似値での数量・・・」

LOD=300は「正確な数量・・・」

★地質調査の成果である三次元地盤モデルは、一部を除き地質調査の成果から導き出された「客観的(事実)モデル」ではなく、コンピュータ(モデラーや三次元CAD)の支援を受けつつ、地質・地盤技術者が仮想空間上に構築する「イメージモデル」であるため、座標値は必ずしも正確では無い。

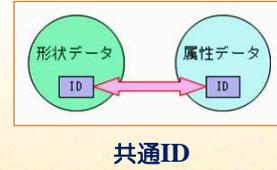
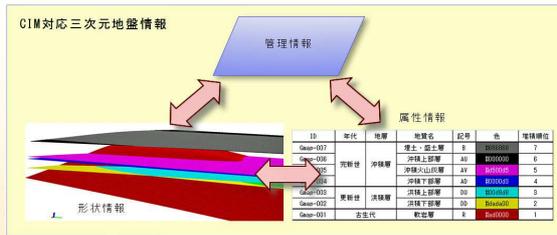
1.2.3 三次元地盤モデルの予測度(提案)

13

レベル	内容	予測程度	地盤モデル例
1	<ul style="list-style-type: none"> ・現地調査(観察・計測等)結果のみから作成される地盤モデル ・次元は問わない 	少ない (実測図)	<ul style="list-style-type: none"> ・ポーリング柱状図 ・現地測定結果 ・(トンネル)切羽観察図
2	<ul style="list-style-type: none"> ・技術者が解析・考察等により予測した地盤モデル ・2D-CADで扱うことのできる二次元形状情報で構成される ・属性情報の有無は問わない 	大きい (予測図)	<ul style="list-style-type: none"> ・地質断面図 ・解析断面図
3	<ul style="list-style-type: none"> ・技術者が解析・考察等により予測した地盤モデル ・3D-CADで扱うことのできる准三次元形状情報で構成される ・属性情報の有無は問わない 	大きい (予測図)	<ul style="list-style-type: none"> ・准三次元断面図 ・工学的地質図 ・テクスチャモデル
4	<ul style="list-style-type: none"> ・ジオ・モデラーの支援を受けて技術者が解析・考察等により予測した地盤モデル ・3D-CADで扱うことのできる三次元形状情報で構成される ・境界面程度の属性情報を形状情報と同一で管理 	極めて 大きい (参考図)	<ul style="list-style-type: none"> ・サーフェスモデル ・ソリッドモデル ・パネルダイアグラム
5	<ul style="list-style-type: none"> ・ジオ・モデラーの支援を受けて技術者が解析・考察等により予測した地盤モデル ・3D-CADで扱うことのできるオブジェクト型三次元形状情報で構成される ・属性情報は形状情報とは個別に管理するが、IDによって双方を関係づける 	極めて 大きい (参考図)	<ul style="list-style-type: none"> ・サーフェスモデル ・ソリッドモデル ・パネルダイアグラム

1.2.4 三次元地盤モデルデータの構成

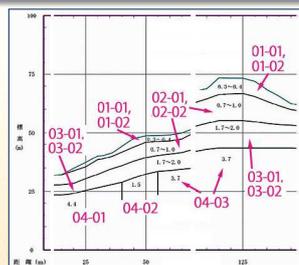
14



種類	内容
管理データ	<ul style="list-style-type: none"> 形状データと属性データの双方を管理するために使用する。 形状データと属性データを関連づけるための「共通ID」を使用する。 地盤情報データベースを構築する際は、検索用キーワードとして使用する。
形状データ	<ul style="list-style-type: none"> 三次元地盤情報の形(形状)を再現できる三次元座標値を持つ。 座標系は、CAD内のローカル座標系ではなく「平面直角座標系」とする。 高さは「標高(T.P.)」とする。 オブジェクト型として構成する。 属性情報と関連づけるためのIDを付与する。
属性データ	<ul style="list-style-type: none"> 個々の形状データの属性を保存する。属性の例は、「地層・岩体区分」, 「岩級区分」, 「土質区分」, 「地盤強度」や「弾性波速度」などである。 形状データと関連づけるためのIDを付与する。 複数の属性データ(テーブル: ファイル)が存在する場合には、それらを関連づけるためのジョイント(ブリッジ)データを使用する。

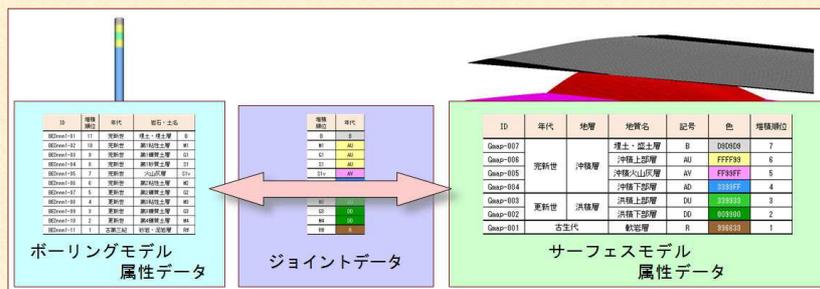
属性データの取り扱い(提案)

15



ID	分類コード	始点	終点	速度値 (km/s)
01-01	VP-01-01	0.0	200.0	0.3
01-02	VP-01-02	0.0	200.0	0.4
02-01	VP-02-01	0.0	200.0	0.7
02-02	VP-02-02	0.0	200.0	1.0
03-01	VP-03-01	0.0	200.0	1.7
03-02	VP-03-02	0.0	200.0	2.0
04-01	VP-04-01	0.0	40.0	4.4
04-02	VP-04-02	40.0	55.0	1.5
04-03	VP-04-03	55.0	200.0	3.7

提案：一つの境界(地層)内で複数の属性データが扱えるようにする。



提案：複数の属性データテーブルを関係づけるための(ブリッジ)ジョイントデータテーブルを採用。

1.3 三次元地盤モデルデータの仕様(提案)

16

1.3.1 ボーリングモデル

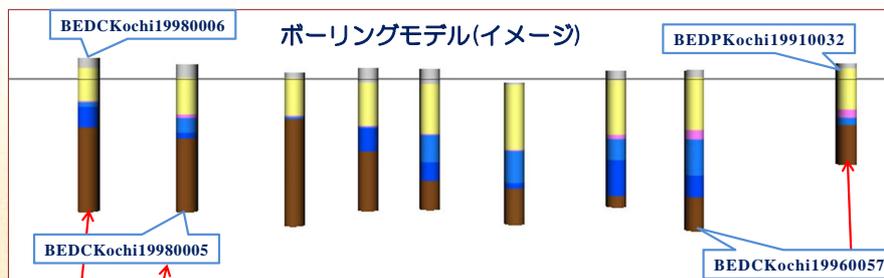
- ★ 簡易版：ボーリング交換用データ(XML)をそのまま利用する。
層序名は「<地層・岩体区分>タグ」に。地層区分表などは「<フリー情報>タグ」に。
- ★ 詳細版：専用のデータファイルを使用する。
層序名や堆積(優先)順位は「属性データファイル」。
参照する地層区分表(属性データ)や引用先情報などは「別のデータファイル」。

情報名	説明
管理データ	<ul style="list-style-type: none"> ・属性データを管理するためのデータ。 ・簡易版はボーリング交換用データに属性データを書き込むため作成しない。 ・詳細版のみ作成する。
形状データ	<ul style="list-style-type: none"> ・ボーリング交換用データ(XML)をそのまま利用。
属性データ	<ul style="list-style-type: none"> ・地質断面図などを作成する際の「地層・岩体区分」, 「岩級区分」や「土質区分」など, 地質断面図の凡例に準拠するデータ。 ・簡易版と詳細版のいずれについても作成する。

情報名	簡易版	詳細版
概要	「BEDnnnn.XML」に追記	独自のデータ仕様
データ仕様	XML	CSVまたはEXCEL
ファイル名	BEDnnnn.XML	—
格納場所	¥BORING¥CIMMODEL	¥BORING¥CIMMODEL

1.3.1 ボーリングモデル

17



ボーリングモデルの形状データ

id	Y(東西)	X(南北)	GL 標高	B層	AU層	AV層	AD層	DU層	R層
				標高(m)	標高(m)	標高(m)	標高(m)	標高(m)	標高(m)
BEDCKochi19980006	4492.0	64104.1	1.8	0.9	-1.9	-2.1	-2.5	-4.2	-11.7
BEDCKochi19980005	4583.0	64109.0	1.3	0.1	-3.1	-3.4	-4.7	-5.2	-11.7
BEDCKochi19960059	4679.5	64140.7	0.5	0.0	-3.4	-3.5	-3.6	-3.7	-13.6
BEDCKochi19980004	4751.9	64137.6	1.0	-0.4	-4.3	-4.4	-4.5	-6.7	-12.1
BEDCKochi19980003	4812.3	64147.6	0.9	-0.5	-5.1	-5.2	-7.8	-9.4	-12.1
BEDCKochi19960058	4894.9	64139.9	-0.3	-0.5	-6.5	-6.6	-9.5	-10.0	-13.3
BEDCKochi19980002	5001.6	64174.6	0.8	-0.1	-5.3	-5.7	-7.8	-11.2	-12.2
BEDCKochi19960057	5088.9	64200.5	0.8	0.1	-5.0	-5.9	-9.4	-11.6	-14.9
BEDPKochi19910032	5250.4	64205.0	1.5	1.0	-3.0	-3.8	-3.9	-4.5	-8.6

1.3.1 ボーリングモデル

18

詳細版ボーリングモデルの管理データ(案)

情報名	登録内容
管理データ	事業名, 調査名, ボーリング名, 調査者名, 調査位置住所, 調査開始期日, 調査終了期日, ボーリング交換用データファイル名, 孔口座標 ¹⁾ , 孔口標高, 総掘進長, 地質情報名 ²⁾ , オリジナルデータリンク ³⁾ , 形状データファイル名, 属性データファイル名, ショイントデータファイル名, 改訂履歴(実施期日, 理由, 実施者氏名等)

- 1) 座標：緯度・経度, 平面直角座標系の系番号とX(南北)座標・Y(東西)座標。
- 2) 地質情報名：地層・岩体区分名など, 属性データの地質情報名と同じ内容。
- 3) オリジナルデータリンク：地質情報管理ファイル(BORING.XML)などの各管理ファイルから抽出した管理データ。

管理データ見本(部分)

BED0001.XML	平成21年度○○地区地質調査業務,B-1,○○市△△部○○課,○○地質(株),地質太郎,地質次郎,地質四郎,地質五郎,139.057389,37.91625,新潟県新潟市万代地内,,0.20,20.25,2009-08-02,1,砂:シルト混じり砂:シルト質砂,14.15,50.27,0.30,...
BED0002.XML	平成21年度○○地区地質調査業務,B-2,○○市△△部○○課,○○地質(株),地質太郎,地質次郎,地質四郎,地質五郎,139.057778,37.929222,新潟県新潟市万代地内,,0.23,22.15,2009-08-02,1,表土:砂:シルト混じり砂:粗砂:中砂:砂混じりシルト,23.15,50.29,0.60,...
BED0003.XML	平成21年度○○地区地質調査業務,B-3,○○市△△部○○課,○○地質(株),地質太郎,地質次郎,地質四郎,地質五郎,139.057361,37.927667,新潟県新潟市万代地内,,0.26,23.44,2009-08-02,1,シルト:砂:シルト混じり砂:粗砂:中砂:砂混じりシルト,23.15,50.29,0.60,...
BED0004.XML	平成21年度○○地区地質調査業務,B-4,○○市△△部○○課,○○地質(株),地質太郎,地質次郎,地質四郎,地質五郎,139.056028,37.925389,新潟県新潟市万代地内,,0.28,19.00,2009-08-02,1,細砂:砂質シルト:砂利:礫混じり砂:粗砂:中砂,0.10,...
BED0005.XML	平成21年度○○地区地質調査業務,B-5,○○市△△部○○課,○○地質(株),地質太郎,地質次郎,地質四郎,地質五郎,139.054972,37.923833,新潟県新潟市万代地内,,0.30,8.45,2009-08-02,1,細砂:シルト混じり砂:シルト質砂:粘土混じり砂,0.60,...

1.3.1 ボーリングモデル

19

詳細版ボーリングモデルの属性データ(案)

情報名	登録内容
地質情報	共通IDコード ¹⁾ , 深度, 地質情報名 ²⁾ , 堆積(優先)順位 ³⁾ , 特記事項

- 1) 共通IDコード：CIMの全段階を想定して作成する。
- 2) 地質情報名：地質断面図の断面線を描画する際に使用した地質情報。
調査初期：地層・岩体区分名, 岩級区分名, 土質区分名やN値など
調査終期：弾性波速度値, 密度や減衰常数など
- 3) 堆積(優先)順位：地層・岩体区分で最も下位層からの堆積順位を表す番号など。

詳細版ボーリングモデルの属性データ(見本)

ID	堆積順位	深度(m)	地層・岩体区分		記号	実測N値	Vs(m/s)	Vp(m/s)	減衰常数h	湿潤密度(g/cm ³)	非線形特性
BEDnnn1-11	11	1.5	埋土	B	As	2.0	119	607	0.03	1.8	②
BEDnnn1-10	10	2.6	粘性土層	M1	Ac	4.0	161	821	0.05	1.7	①
BEDnnn1-09	9	7.5	礫質土層	G1a	Ag	23.0	226	1,152	0.02	2.0	③
BEDnnn1-08	8	9.7	砂質土層	S1a	As	7.5	167	852	0.03	1.9	②
BEDnnn1-07	7	10.7	砂質土層	S1v	As	9.0	175	892	0.03	1.5	②
BEDnnn1-06	6	17.2	粘性土層	M2	Ac	8.0	192	979	0.03	1.8	①
BEDnnn1-05	5	19.6	礫質土層	G2	Dg	31.0	299	1,525	0.02	2.0	③
BEDnnn1-04	4	20.6	粘性土層	M3	Dc	12.0	260	1,326	0.03	1.8	①
BEDnnn1-03	3	27.0	礫質土層	G2	Dg	36.8	312	1,591	0.02	2.0	③
BEDnnn1-02	2	43.2	礫質土層	G2	Dg	50.0	338	1,722	0.02	2.1	③
BEDnnn1-01	1	-	基盤面		RW	-	700	2,100	0.01	2.1	-

1.3.2 テクスチャモデル

20

★三次元地形表面(ワイヤーフレーム)に、地質平面図などのテクスチャを貼り付けたモデル。

テクスチャモデルの主な対象図面

種類	特記事項
図面類	地質平面図、空中写真、斜面スケッチ、SARなどによる変動図、ハザードマップ(計測震度、液状化危険度、洪水、津波、土砂災害警戒区域、火山)など

テクスチャモデルの属性データ(案)

情報名	登録内容
地質情報	共通IDコード ¹⁾ 、深度、地質情報名 ²⁾ 、カラーコード-地質情報対比データ ³⁾ 、特記事項

- 1) 共通IDコード：CIMの全段階を想定して作成する。
- 2) 地質情報名：地質断面図の凡例に記載されている地質情報。
具体的には地層・岩体区分名、地質構造、風化帯区分、変質帯区分など
- 3) カラーコード-地質情報対比データ：テクスチャモデルに使用する地質図などが単色に塗り分けられている場合。RGB形式を推奨。

1.3.3 準三次元断面図

21

★従来から作成されている地質断面図、速度層断面図や地山条件調査結果図などを基にして、CIM対応に必要な三次元空間情報を付加したモデル。

準三次元断面図として扱う内容

種類	特記事項
図面類(共通)	・地質・土質調査成果電子納品要領に準拠して作成された地質断面図等のデータ。 ・三次元CADツールやビューアを使用して三次元的に表現できるように必要な空間情報が付与されていること。
地質断面図	・層序に基づく断面図。 ・土質断面図やポーリング集合柱状図などを含む。
物性値断面図	・速度層断面図や比抵抗層断面図など。
総合解析断面図	・地質区分、岩級区分、地下水文、ルジオン値や速度値などを総合的に評価して作成される断面図。

準三次元断面図の属性データ(案)

情報名	登録内容
地質情報	共通IDコード ¹⁾ 、深度、地質情報名 ²⁾ 、堆積(優先)順位 ³⁾ 、特記事項

- 1) 2)：テクスチャモデルを参照のこと。
- 3) 堆積(優先)順位：地層・岩体区分等で最も下位層からの堆積順位を表す番号など。

1.3.4 サーフェスモデル

22

- ★サーフェスモデルとは、地層などの境界面のワイヤーフレームモデルに、地層・岩体区分などの属性を持つ**テクスチャを貼り付けたモデル**。
- ★ワイヤーフレームの位置情報(X, Y, Z)のうち、**標高(Z)**はスプライン関数など、面の形状を推定する数式を利用して推定された**推測値**である。
- ★サーフェスモデル、属性データや地層の論理モデルなどは、客観的データに基づいて地質技術者等が**解釈したイメージ**である。

サーフェスモデルの種類

種類	説明
地層境界面(層序=ユニット)モデル	<ul style="list-style-type: none"> ・地層境界をワイヤーフレームモデルとして数学的に表現 ・属性データである地層区分をテクスチャとして貼り込む ・方法1：ボーリング調査などのランダム点の地層データから推定する ・方法2：複数の地質断面図から、多数の地層データを読み取って推定する
物性値境界(クラス)モデル	<ul style="list-style-type: none"> ・物性値境界をワイヤーフレームモデルとして数学的に表現 ・属性データである物性値区分テクスチャとして貼り込む ・探査断面図から、多数の物性値境界を読み取って推定する
地質評価境界面(クラス)モデル	<ul style="list-style-type: none"> ・総合的に解釈して作成した境界をワイヤーフレームモデルとする ・属性データである地質評価区分をテクスチャとして貼り込む ⇒地質(岩種)区分, 岩級区分, 地下水水面, ルジオン値や速度値など ・総合解析断面図(データ)から、多数の評価境界を読み取って推定する

1.3.4 サーフェスモデル

23

サーフェスモデルのデータ構成とデータ仕様(案)

情報名	説明	ファイル形式
管理データ	<ul style="list-style-type: none"> ・形状データ, 入力情報と属性データを管理するためのデータ。 ・モデルを作成するために使用した入力情報, モデラー名称, 曲面推定方法, パラメータ群やファイル形式, など。 ・モデルを作成するために参照したボーリングや現地調査結果に関する情報, など。 	CSV, EXCEL
入力データ	<ul style="list-style-type: none"> ・モデルを作成するために使用した地質構造モデルデータ。 ・地層の堆積と侵食を勘案して作成した論理モデルデータ。 ・推定計算に使用したパラメータデータ。 	CSV, Original
形状データ	<ul style="list-style-type: none"> ・サーフェスデータ：曲面推定によって計算された四角(三角)メッシュデータ群。 ※データ形式はワイヤーフレームデータ同じ。 ・サーフェスモデルデータ：論理モデルに従って計算された四角(三角)メッシュデータ群。 	dwg, dxf, CSV
属性データ	<ul style="list-style-type: none"> ・形状データに関連づけられた地質情報, など。 ・三次元座標を持つポリゴン, ポリラインやポイントに属性を付与し, それらを一つのテーブルとしてまとめる。 	CSV, EXCEL

1.3.4 サーフェスモデル

24

年代	地層	地質名	記号	境界面	堆積/侵食	色
完新世	完新統	埋土・盛土層	B	S8	堆積/侵食	D9D9D9
		上部層	AU	S7	堆積	FFFF99
		火山灰層	AV	S6	堆積	FF99FF
		下部層	AD	S5	堆積	3399FF
更新世	更新統	上部砂礫層	DG	S4	堆積	339933
		上部層	DU	S3	堆積	0066FF
		下部層	DD	S2	堆積	009900
		軟岩層	RW	S1	堆積	996633

総合柱状図と
サーフェスモデルの属性データ(案)

id	地質名	記号	境界面	N値	Vs (m/s)	Vp (m/s)	減衰常数 h	湿润密度 (g/cm ³)	非線形 特性
Surf1-31	埋土・盛土層	B	S8	2.0	119	607	0.03	1.8	②
Surf1-23	完新統上部層	AU	S7	4.0	161	821	0.05	1.7	①
Surf1-22	完新統火山灰層	AV	S6	23.0	226	1,152	0.02	2.0	③
Surf1-21	完新統下部層	AD	S5	9.0	175	892	0.03	1.5	②
Surf1-13	更新統上部砂礫層	DG	S4	31.0	299	1,525	0.02	2.0	③
Surf1-12	更新統上部層	DU	S3	12.0	260	1,326	0.03	1.8	①
Surf1-11	更新統下部層	DD	S2	36.8	312	1,591	0.02	2.0	③
Surf1-01	軟岩層	RW	S1	-	700	2,100	0.01	2.1	-

1.3.5 (ソリッド)ボクセルモデル

25

- ★ボクセルモデルとは、モデル全体を小さな立方体(空間格子)の集合体として表現する。
- ★通常はサーフェスモデル(地層などの境界面モデル)の形状と境界面間の属性データを微小立方体に付与することにより作成される。
- ★利用場面は、地盤強度等のFEM解析、地下水流動や浸透流解析、地震動予測や液状化危険度判定、施工管理などを実施する場合など。

ボクセルモデルで扱う内容

種類	特記事項
測定データ群	地層名(層序)、地下水(位)、透水係数、ルジオン値、速度値(VP, VS), N値、一軸圧縮強さ、密度・単位体積重量など
判定データ群	地質(岩種)区分、岩級区分、地山区分、など

ボクセルモデルの属性データ(例)

BoxNo.	X軸位置	Y軸位置	Z軸位置	分類	速度値	単位
102000	51	20	10	地山弾性波速度	1.72	km/s
102001	52	20	10	地山弾性波速度	1.72	km/s
102007	58	20	10	地山弾性波速度	1.75	km/s
102008	59	20	10	地山弾性波速度	1.75	km/s
102009	60	20	10	地山弾性波速度	1.75	km/s

1.3.6 パネルダイアグラム

26

- ★三次元地盤モデル(サーフェスモデル, ソリッドモデル)に任意に設定した断面線で切り出した断面図(パネル)群。
- ★通常, 切り出すパネルは複数枚であること, 鳥瞰図として立体視化されることが多いため, このような断面図群のことをパネルダイアグラムと言う(本研究)。

パネルダイアグラムで扱う内容

種類	特記事項
図面類(共通)	<ul style="list-style-type: none"> • 三次元地盤モデル(サーフェスモデルなど)から専用ツールを使用して作成された断面図データ。 • 三次元CADツールやビューアを使用して三次元的に表現できるように, 必要な空間情報が付与されている。
地質断面図データ	<ul style="list-style-type: none"> • 層序に基づく断面図。 • 土質断面図や簡略柱状図などを含む。
物性値断面図データ	<ul style="list-style-type: none"> • 速度層断面図や比抵抗層断面図など。
総合解析断面図データ	<ul style="list-style-type: none"> • 地質区分, 岩級区分, 地下水面, ルジオン値や速度値などを総合的に評価して作成される断面図。

2.三次元地盤モデル(形状)データの作成方法(例)と留意点

27

2.1 座標系と位置の精度

- ★座標系は「**平面直角座標系(19座標系)**」とする。
- ★ボーリング交換用データの場合, 孔口の位置情報は緯度・経度であるため, 三次元地盤モデルを作成する際に, 平面直角座標系に変換する。
- ★ボーリングモデルと地質断面図(準三次元地盤モデル)を作成する場合, 位置座標の**読み取り精度は0.3m(秒単位で1/100秒)以内を目標とする。**
- ★サーフェスモデルのような三次元地盤モデルの場合には, 対象とする範囲, 地盤モデルの施行段階, 利用目的などを勘案して最も適切な精度を確保する。



読み取り精度(度・分・秒)

赤● : 1/100 秒

青● : 1/10 秒(1m~2m ずれる)

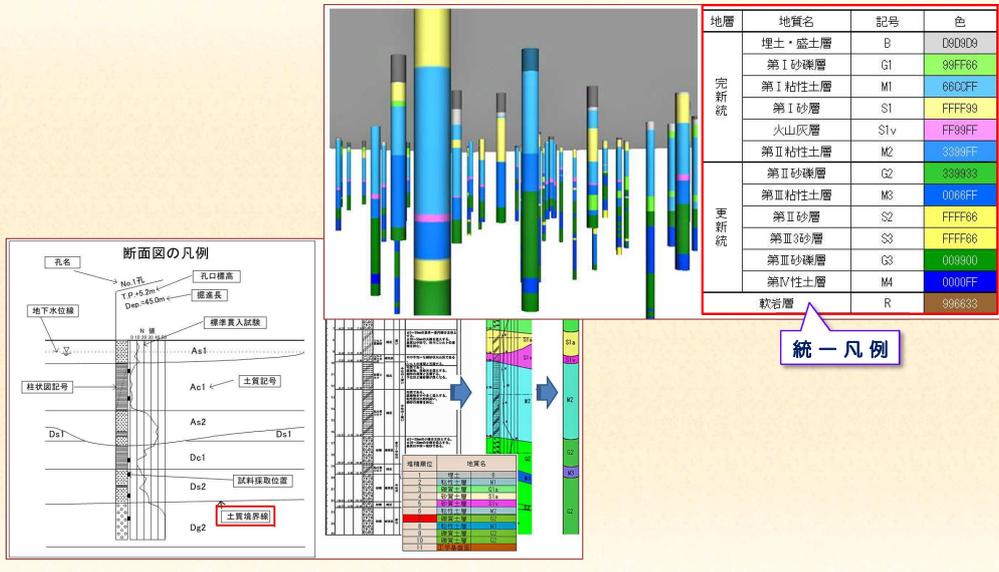
緑● : 1 秒(2 孔が同じ位置に)

茶● : 10 秒(4 孔全てが同じ位置に)

2.2 ボーリングモデル

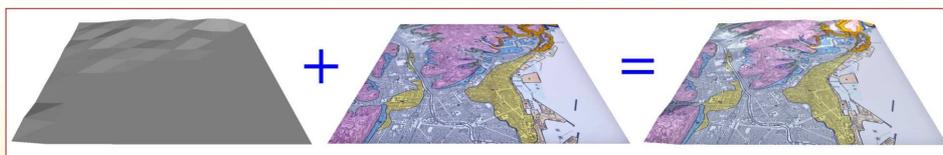
28

- ★統一凡例に基づいた地質断面図を作成する。
- ★地質断面図を作成するために使用した全てのボーリング柱状図に対して、
下上図(右)に示す地質凡例による属性データとボーリングモデルを作成する。

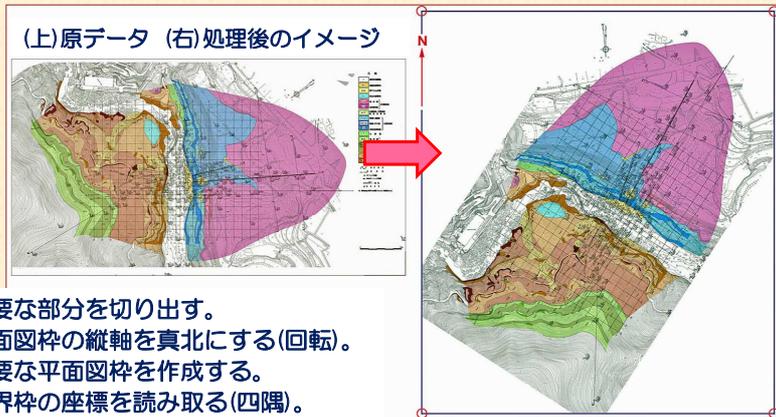


2.3 テクスチャモデル

29



(左)ワイヤーフレーム (中)テクスチャ(表層地質図) (右)テクスチャモデル

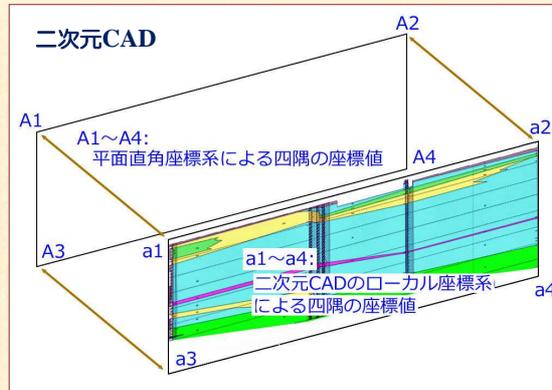


- 必要な部分を切り出す。
- 平面図枠の縦軸を真北にする(回転)。
- 必要な平面図枠を作成する。
- 境界枠の座標を読み取る(四隅)。

2.4 準三次元断面図

30

- ★三次元CAD：三次元座標(平面直角座標)を使用して、3D-CAD データとしての準三次元断面図を作成する。
- ★二次元CAD：従来通り二次元ローカル座標値を使用して断面図を作成する。別途、実空間座標値(平面直角座標値)との関係表を作成し、両者の関係をCSVファイル等に保存する。



A1~A4：平面直角座標系による断面図の四隅の座標値(断面図の余白を含む)
a1~a4：二次元CADのローカル座標値(余白を含む)
注：イメージの場合、余白は透明にする

2.5 サーフェスモデル (1)データ群と形状データ

31

情報名	内容	形式(例)
サーフェスデータ	<ul style="list-style-type: none"> 地層境界等の空間形状を推定した結果。 メッシュ(四角)データとTIN(三角)データがある。 	CSV
パラメータデータ	<ul style="list-style-type: none"> 形状曲面の推定に使用した数学モデル(例、Bスプライン関数)と実際の計算に使用したパラメータ。 	EXCEL, CSV
論理モデルデータ	<ul style="list-style-type: none"> 地層の層序関係等を論理的に表現するデータ。 	CSV
サーフェスモデルデータ	<ul style="list-style-type: none"> サーフェスデータと論理モデルデータから、サーフェスモデルを作成した後のデータ。 	3D-DXF

サーフェスデータ
(メッシュデータ) (例)

名前	値
Name	4450
Xmin	4410
Xmax	5350
Ymin	5310
Ymax	5310
Nx	91
Ny	51
Dx	30
Dy	30
Zmin	-10.76168481194
Zmax	-14.20864554893

地層境界面推定
パラメータ(例)

	初期地形面 (S1)	埋積堆積面 (S2)	埋積堆積面 (S3)
地層1 (b1)	-1	-1	-1
地層2 (b2)	1	-1	-1
地層3 (b3)	0	1	-1
上部空間1 (a)	0	0	1

論理モデルデータ(例)

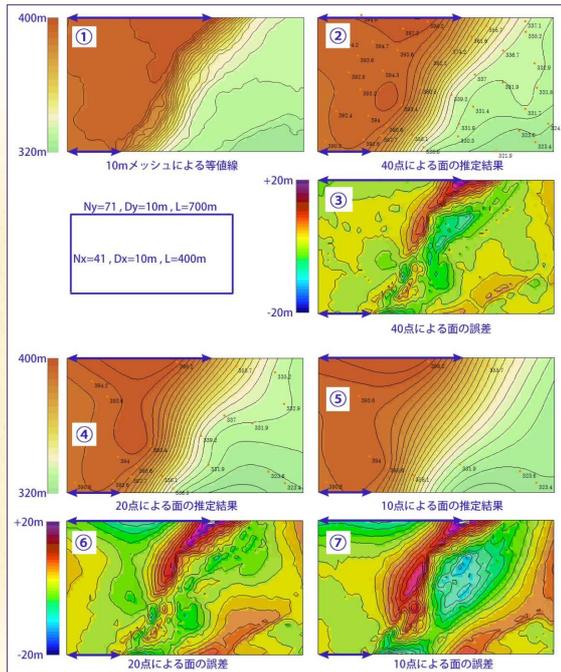
↑3Dビューアによる確認
サーフェスモデルデータ(例)
3D-DXFデータ(例)→

```

0=
1= SECTION+
2= ENTITIES+
3= 0000+
4= 0+
5= 01+
6= 00FACE+
7= 00+
8= 00+
9= 00+2+
10= 02+
11= 01+
12= 00+
13= 00+
14= 00+
15= 00+
16= 00+
17= 00+
18= 00+
19= 00+
20= 00+
21= 00+
22= 00+
23= 00+
24= 00+
25= 00+
26= 00+
27= 00+
28= 00+
29= 00+
30= 00+
31= 00+
32= 00+
33= 00+
34= 00+
35= 00+
36= 00+
37= 00+
38= 00+
39= 00+
40= 00+
41= 00+
42= 00+
43= 00+
44= 00+
45= 00+
46= 00+
47= 00+
48= 00+
49= 00+
50= 00+
51= 00+
52= 00+
53= 00+
54= 00+
55= 00+
56= 00+
57= 00+
58= 00+
59= 00+
60= 00+
61= 00+
62= 00+
63= 00+
64= 00+
65= 00+
66= 00+
67= 00+
68= 00+
69= 00+
70= 00+
71= 00+
72= 00+
73= 00+
74= 00+
75= 00+
76= 00+
77= 00+
78= 00+
79= 00+
80= 00+
81= 00+
82= 00+
83= 00+
84= 00+
85= 00+
86= 00+
87= 00+
88= 00+
89= 00+
90= 00+
91= 00+
92= 00+
93= 00+
          
```


(4) 地層境界面の形状を推定する上での留意点

34

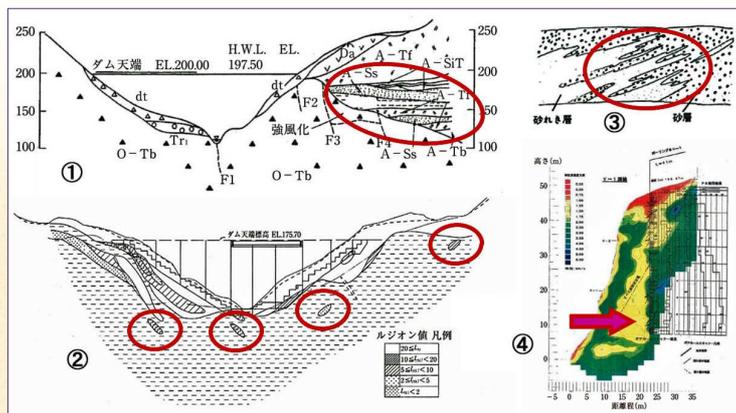


矢印を指標にして①②④⑤を比較

- 700m×400m程度の範囲。
 - 基盤などに急崖部あるいは遷急部が存在する場合。
 - 40点程度のボーリングデータから推定した「地層境界面の形状」には相当程度の誤差が含まれている。
 - 点数が少なくなるほど、誤差の範囲と誤差の値が大きくなっている。
- ⇒ 適切なボーリングの配置と数量が必要である。
- ⇒ 地質の三次元モデルには「誤差が含まれている」を理解した上で、その利用方法などを考えるべきである。

(5) サーフェスモデルの作成が難しい地質構造の例

35

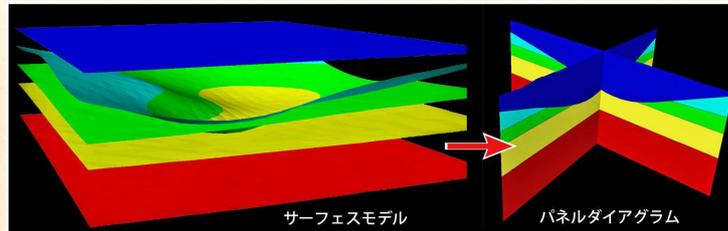


- ① 複雑な地層構造の例：複雑な地層を区分して境界面を推定するためには、極めて多くのボーリングや横坑掘削・観察などが必要。⇒ コスト的に現実的ではない可能性がある。
- ② 閉じた空間の例：閉鎖空間の二次元形状そのものが、地質やダム技術者の推定したモデル。⇒ これを三次元に拡張するには、直行断面の調査などが必要。
- ③ 指交関係(インターフィンガー)：同時期に堆積した2種類の地層が、左右の手の指を重ね合わせたようになっている。⇒ 地層境界面の数学モデル自体の作成が困難である。
- ④ ブロック状構造：矢印の物理探査結果からサーフェスモデルを作成するのは困難。⇒ 三次元物理探査結果から直接ボクセルモデルを作成すべき

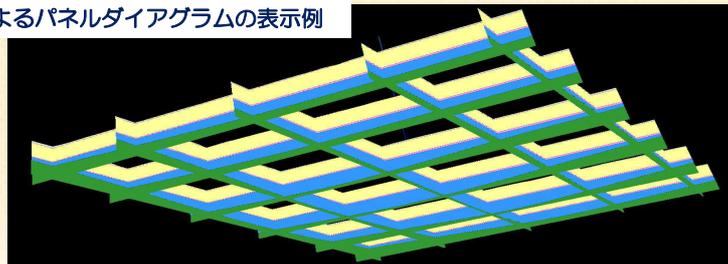
2.7 パネルダイアグラム

36

- ★地層境界面が交差するサーフェスモデルの場合、交差の条件等によっては、断面図のデータがポリゴンではなく(断続した)ポリラインとして出力されることがあるので、三次元CAD を使用してポリラインをポリゴンに修正する。
- ★作成したポリゴンに属性データとのリンク用の「ID」を付加する。



WebGL によるパネルダイアグラムの表示例



3.CIM対応三次元地盤モデルの構築を支援するウェブサイト

37

- ① URL : <https://geonews.zenchiren.or.jp/cim3d/index.html>
- ② 開発理念 : 利用者が公開用ウェブサイトへアクセスするだけで利用できる。
- ③ 電子納品等の支援サイト : 電子納品と電子成果品の二次利用を支援するプログラムを利用できるウェブサイト。
- ④ 三次元地盤モデル作成支援サイト : ボーリング交換用データからサーフェスモデルを作成できるプログラムを利用できるウェブサイト。
- ⑤ 三次元地盤モデルデモサイト : 本書を執筆する過程で作成した三次元地盤モデルを閲覧することができるウェブサイト。
- ⑥ 研究報告書・プレゼン用資料 : 本書の他に、研究報告書やJACIC 報告会等でのPPT 資料をダウンロードできるウェブサイト。いずれも「CC-BY」ライセンス付きで公開されている。

⇒ 次の発表枠で報告し、本発表では割愛する。

4.実践に基づく三次元地盤モデルの作成手順

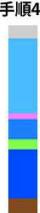
38

★三次元地盤モデル(形状データ)を実際に作成し、これらの標準や方法、
更には完成した三次元地盤モデルの有効性や実用性などを評価した。

4.1 ボーリングモデル

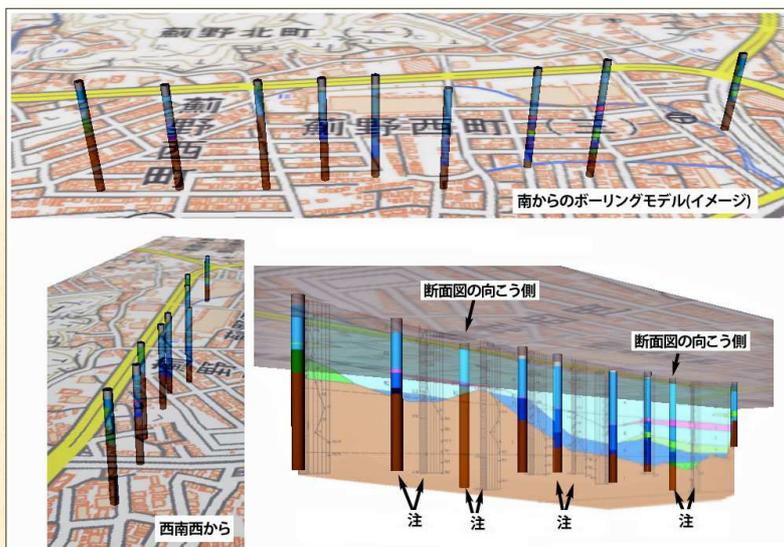
作成手順

1. 地質区分凡例の作成
2. 地質区分凡例色の作成と、パラメータファイルへ保存
3. ボーリング交換用データに地質区分を入力
4. ツールを使用してボーリングモデル(イメージ)の作成
5. モデルの整形(イメージを孔底で切断)
6. 3D-Viewer登録データ作成
7. 3D-Viewerで可視化処理

ID	年代	地層	地層・岩体区分	順序	手順2	手順3	手順4	
Kochi-Geo-B	更新世 沖積層	洪積層	埋土	B	手順2 B,G1,G1a,G1b,M1,M1a,M1b, rgba(217,217,217,1), rgba(153,256,102,1), rgba(153,256,102,1), rgba(153,256,102,1), rgba(153,256,102,1), rgba(102,204,255,1), rgba(102,204,255,1), rgba(255,255,153,1), rgba(255,255,153,1), rgba(255,255,153,1), rgba(255,255,153,1)	手順3 <地層岩体区分>+ <地層岩体区分_上端深度>0.00</地層岩体区分_上端深度> <地層岩体区分_下端深度>0.70</地層岩体区分_下端深度> <地層岩体区分_地層岩体名>B</地層岩体区分_地層岩体名>+ </地層岩体区分>+ <地層岩体区分>+ <地層岩体区分_上端深度>0.70</地層岩体区分_上端深度> <地層岩体区分_下端深度>5.80</地層岩体区分_下端深度> <地層岩体区分_地層岩体名>M1</地層岩体区分_地層岩体名>+ </地層岩体区分>+ <地層岩体区分>+ <地層岩体区分_上端深度>5.80</地層岩体区分_上端深度> <地層岩体区分_下端深度>8.70</地層岩体区分_下端深度> <地層岩体区分_地層岩体名>S1v</地層岩体区分_地層岩体名>+ </地層岩体区分>+	手順4 	
Kochi-Geo-M1			粘性土層	M1				7
Kochi-Geo-G1			礫質土層	G1				6
Kochi-Geo-S1v			砂質土層	S1v				5
Kochi-Geo-M2			粘性土層	M2				4
Kochi-Geo-M3	更新世	洪積層	粘性土層	M3	3			
Kochi-Geo-G2			礫質土層	G2	2			
Kochi-Geo-RV	中生代		基盤面	RV	1			

4.1 ボーリングモデル

39



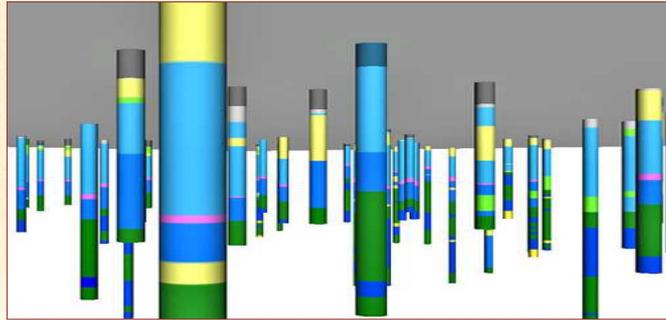
ボーリングモデルの三次元表示(例)

注は同じボーリングを示している。
断面図の位置が間違っている。

4.1 ボーリングモデル

40

- ★従来の柱状図の位置関係を把握するために、ビューアの三次元仮想空間上で他のコンテンツ類と同時に表現できる。
- ★属性データを作成する過程で、当該地層の特徴(地盤データ)を整理できる。
⇒ 後続の地質調査による新しい知見が得られた場合にも対処しやすい。
- ☆三次元的表示では、手前の対象物は大きく、遠くは小さく表現される。
⇒ 遠くでは柱状図記号などは読み取れない。
※ 微細な構造変化を捉えるより、地質構造を大局的に把握するために利用
※ 柱状図をクリックすると、正規の柱状図が表示されるような仕掛けが必要。



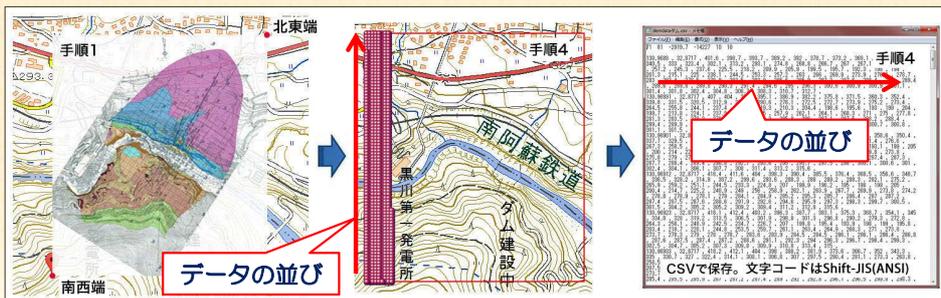
4.2 テクスチャモデル

41

作成手順

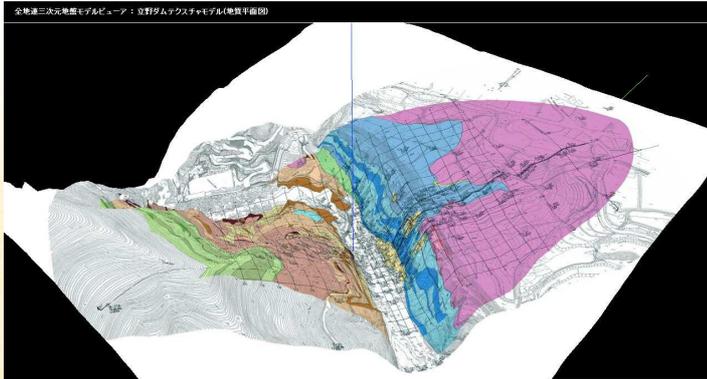
1. 地質平面図等の座標確定：図面を真北に合わせ、南西端と北東端の座標を読み取る。
2. 直角平面座標を求める：国土地理院のウェブサイトなど
3. メッシュの諸元を確定：ワイヤーフレームの始点・終点、間隔、個数などを決定する。
4. 標高データを取得する：標高データ取得ツールを使用する。
5. 3D-Viewer登録データ作成
6. 3D-Viewerで可視化処理

注 貼り込む図は90°右回転すること。



4.2 テクスチャモデル

42



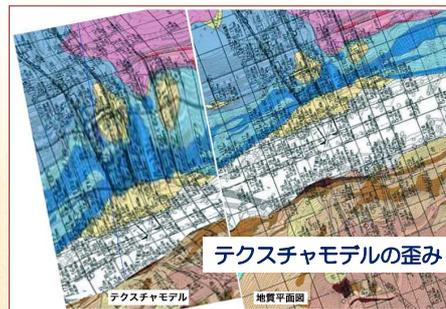
テクスチャモデルの三次元表示(例)



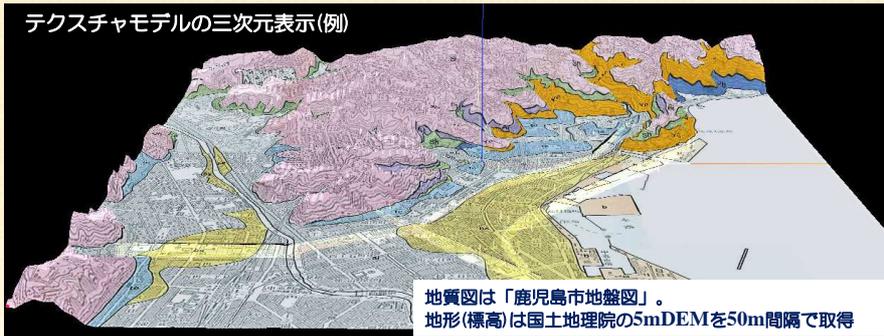
4.2 テクスチャモデル

43

- ★DEMを併用することにより、三次元ビューアの仮想空間上で、自由な方向から観察できるため急崖部などを把握しやすい。
- ★住民や議会などで行われる事業説明会などでの利用が最も有効だろう。
- ☆遠近効果により、遠い部分の細部を読み取ることが難しい。
- ☆DEMで構成されたメッシュ面に平面図を貼り込むことによる歪みが発生する。



テクスチャモデルの三次元表示(例)



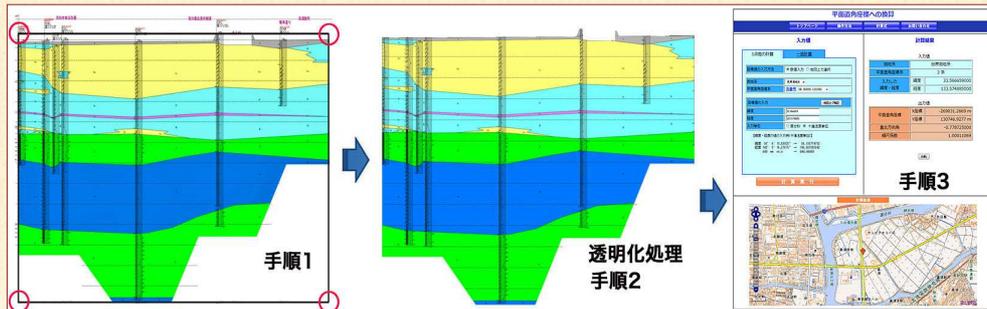
地質図は「鹿児島市地盤図」。
地形(標高)は国土地理院の5mDEMを50m間隔で取得

4.3 準三次元断面図

44

作成手順

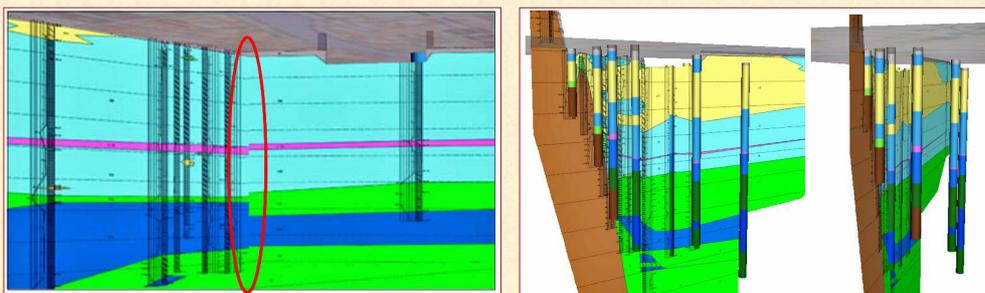
1. 断面図の表示範囲確定(下図の赤丸点参照)
2. 断面図の調整：範囲を切りだして透明化処理。gif か png で保存。
3. 断面図の座標取得(国土地理院「平面直角座標への換算」など)
4. 断面図の標高取得(標高縮尺による)
5. 3D-Viewer登録データ作成
6. 3D-Viewerで可視化処理



4.3 準三次元断面図

45

- ★ボーリングモデルとの併用により、地質断面図の作成のために使用したボーリングと、使用しなかったボーリングを同時に表示できる。
⇒ 地質構造の空間的な広がり方への把握に役立つ。
- ★断面図を交差させることにより、地質断面図の矛盾が比較的簡単に判明する。
⇒ 地質調査成果の品質向上に寄与する
- ☆遠い部分では細部を読み取ることが比較的难度いため、詳細設計図面としての利用は困難である可能性が高く、大構造の把握のような地質構造等の概観での利用。



5.CIM対象ごと(分野別)の三次元地盤モデルの事例

46

CIMの対象	細目	三次元モデルの作成段階	手順書	本資料
構造物基礎	杭基礎, 橋梁基礎	企画・計画, 調査, 施工	○	
道路	トンネル	企画・計画, 調査, 施工	○	○
河川堤防	土構造物	調査(照査・改築), 施工(改築), 維持・管理	○	○
ダム	堤体	企画・計画, 調査, 施工	○	
土工	切土, 堤体材料	企画・計画, 調査, 施工	○	○
道路	斜面	維持・管理(防災点検)		
地すべり		調査(機構解析), 施工(対策工事)		
全般	地震動予測	調査		

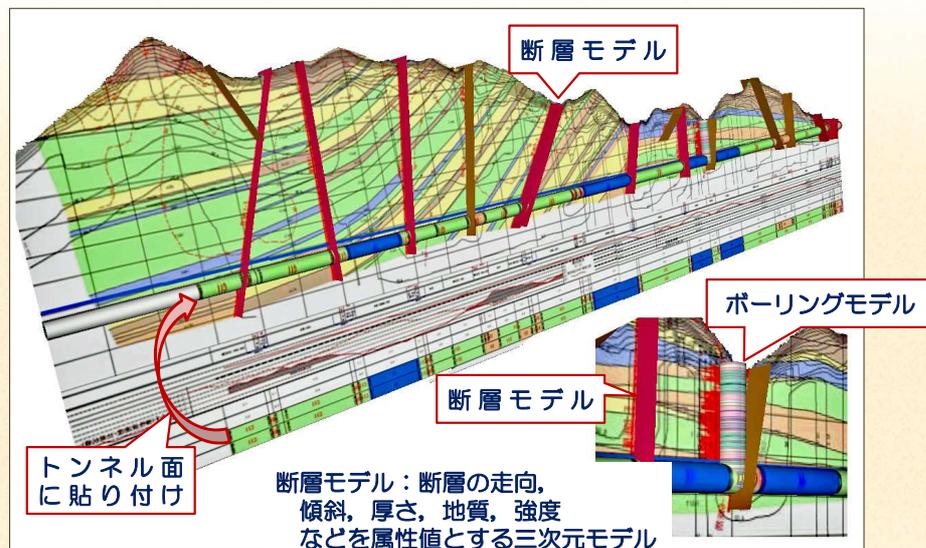
★各対象ごとに「三次元地盤モデルを作成する目的」、「仕様の提案」、「CIMの段階との関わり」、「属性データ」及び「形状データに関連づける地盤情報」などについて記載した。

★三次元地盤モデルを作成するCIM段階は固定ではなく、設計・施工・維持管理のいずれの段階でも、必要が生じた時点で作成すればよい。

5.3 道路(トンネル)

47

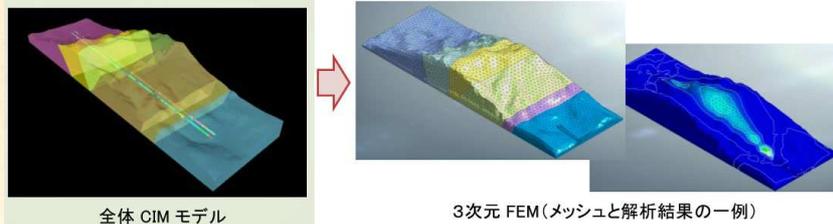
形状のイメージ



准三次元断面図(トンネル地山評価断面図)の三次元表示例

三次元地盤モデルの種類：道路(トンネル)

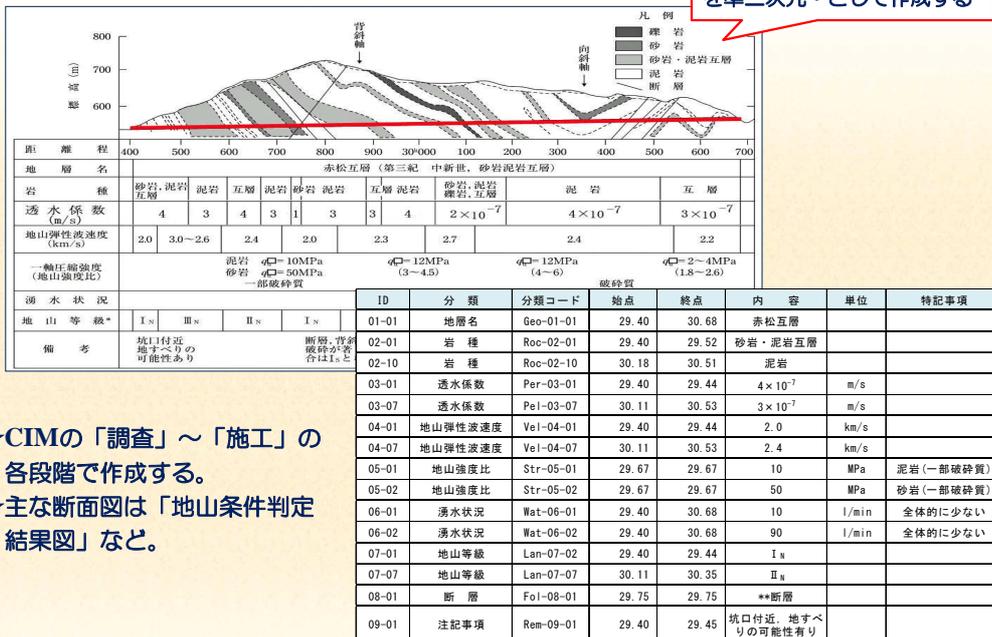
モデル名称	説明
ボーリングモデル	地層岩体区分が実施されているボーリングデータ
テクスチャモデル	三次元地形表面に地質平面図などを貼り付けたモデル
准三次元断面図	従来手法の地質断面図に空間情報を付与したモデル
パネルダイアグラム	サーフェスモデルから作成された任意断面
サーフェスモデル	地層境界面・物性値境界面・総合解析境界面モデル
ソリッドモデル	ボクセルモデル(主として物性値) 例・坑口からの湧水予測等のための三次元地下水モデル作成 ・軟岩や破碎帯、近接施工などのための三次元力学解析モデル作成



出典：(一社)日本建設業連合会：2015施工CIM事例集

准三次元断面図の属性情報の例

実際は、地山条件判定結果図を準三次元・として作成する

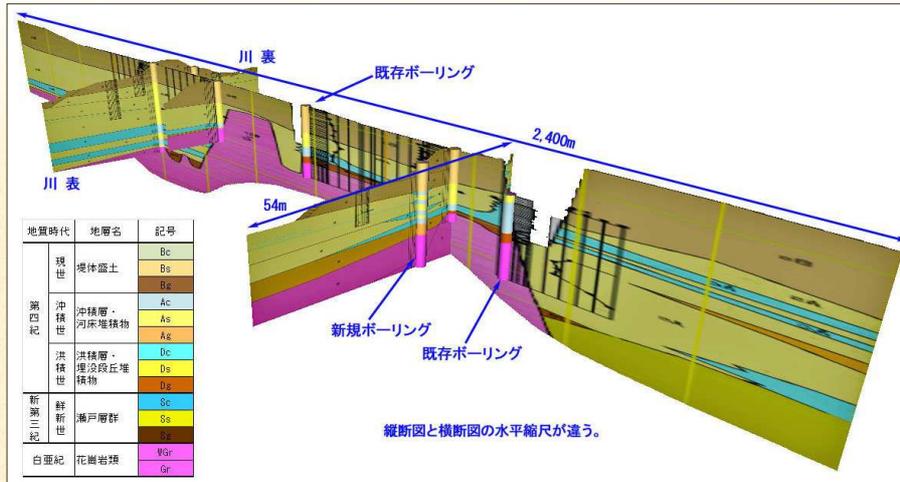


☆CIMの「調査」～「施工」の各段階で作成する。
☆主な断面図は「地山条件判定結果図」など。

5.4 河川堤防

50

形状のイメージ



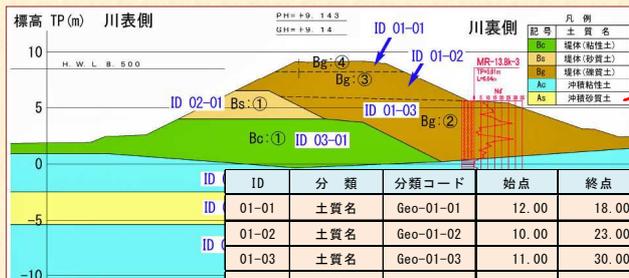
准三次元断面図(堤体)の三次元表示例

5.4 河川堤防

51

三次元地盤モデルの属性データ(河川堤防)

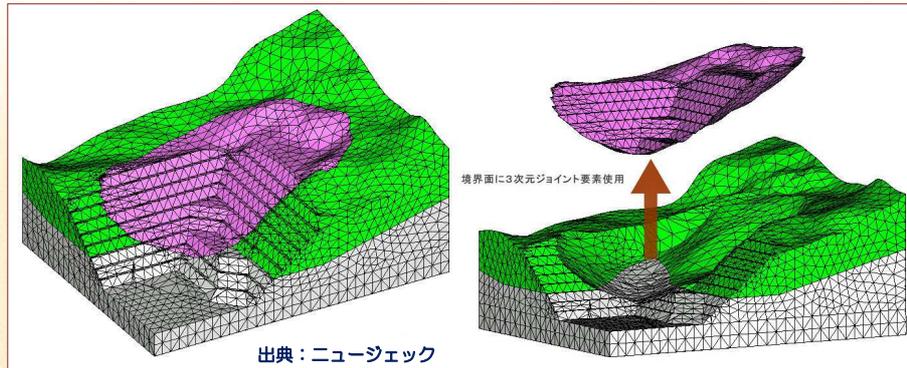
モデル名称	説明
ボーリングモデル	地層岩体区分などの登録情報
テクスチャモデル	貼り付ける地質平面図などに記載されている情報
准三次元断面図, パネルダイアグラム, ソリッドモデル	岩石・土名, N値, 地盤強度, 単位堆積重量, 透水係数, 圧密特性, 粒度特性, 塑性指数, 緩み度などの値



実際は、土質断面図を准三次元断面図として作成する

ID	分類	分類コード	始点	終点	土質記号	内容	工事履歴
01-01	土質名	Geo-01-01	12.00	18.00	Bg	堤体(礫質土)	T地区堤防嵩上工事
01-02	土質名	Geo-01-02	10.00	23.00	Bg	堤体(礫質土)	S第二築堤工事
01-03	土質名	Geo-01-03	11.00	30.00	Bg	堤体(礫質土)	N第二築堤災害復旧工事
02-01	土質名	Geo-02-01	8.00	15.00	Bs	堤体(砂質土)	昭和30年以前の旧堤防
03-01	土質名	Geo-03-01	0.00	20.00	Bc	堤体(粘性土)	昭和30年以前の旧堤防
04-01	土質名	Geo-04-01	0.00	30.00	Ac1	沖積粘性土	
05-01	土質名	Geo-05-01	0.00	30.00	As2	沖積砂質土	
06-01	土質名	Geo-06-01	0.00	30.00	Ac2	沖積粘性土	

形状のイメージ



出典：ニューチェック

斜面切土の三次元地盤モデル例(三角錐モデル)

- ☆切土では、風化の状況に応じた境界面(例、強風化、弱風化、新鮮)を設定する。
- ☆堤体材料では、コンクリート骨材、(半)透水性材料、コア材(土質材料)といった観点から境界面を設定する。

三次元地盤モデルの作成目的：土工(切土・堤体材料)

CIMの段階	目的
企画・計画	<ul style="list-style-type: none"> ・三次元視覚化による悲観的地質リスクの明示化 ・関係者間協議用の資料、住民説明用の資料の作成
調査	<ul style="list-style-type: none"> ・三次元視覚化による施工対象(切土、堤体材料等)と、地形・地山(地盤・地質)の位置関係の明確化 ・堤体材料の種類ごとの賦存量(採取可能量)の把握 ・道路斜面の切土量の把握 ・地質リスクの三次元把握による設計・施工への提言・助言
施工	<ul style="list-style-type: none"> ・三次元視覚化による施工対象(切土、堤体材料等)と、地形・地山(地盤・地質)の位置関係の明確化による施工性の向上 ・地質リスクの把握による施工時の安全確保

切土における悲観的地質リスクの例：

- ・地形：(活=第四紀)断層(線状模様、走向断層)、崩壊地、地すべり地、など
- ・地質：崩壊性地盤(地すべり堆積物、崖錐、崩積土、強風化岩)、風化の進行しやすい地盤(泥岩、凝灰岩、固結粘土など)、流れ盤状割れ目、地下水、など

- ★2年間の研究により、以下についてまとめることができた。
 - ☆三次元地盤モデルの種類(狭義の一次元, 準三次元, 三次元)の提案
 - ☆三次元モデルの基本的なデータモデルの提案
 - ☆三次元地盤モデルを作成(推定)方法の例示
 - ☆三次元地盤モデルに関する様々な課題点の整理と
- ★同じく、以下を開発することができた。
 - ☆地質調査の電子納品と電子成果品を支援するウェブサイト
 - ☆サーフェスモデルを推定できるウェブサイト
- ★いずれの成果も、特設のウェブサイトから無料公開中

ご静聴下さりありがとうございました。