

日本情報地質学会 シンポジウム2013

地質情報等の三次元モデリングとCIMについて

講演論文集

Proceedings of
2013 Geoinformatics Symposium

- 日 時：2013年11月13日(水)
- 会 場：独立行政法人 産業技術総合研究所
臨海副都心センター本館（東京）
- 共 催：独立行政法人 産業技術総合研究所
一般社団法人 全国地質調査業協会連合会
一般社団法人 資源・素材学会 探査工学部門委員会
- 後 援：日本地質学会 情報地質部会

日本情報地質学会
Japan Society of Geoinformatics

地質情報等の三次元モデリングとCIMについて

目 次

物理探査による河川堤防の3次元可視化とモデリング	高橋 亨 1
浅部地下構造の三次元モデリング：沖積層基底面モデルとボクセルモデルとの統合	木村 克己・花島 裕樹 21
ASTERGDEM2 及び SRTM-3DEM から作る精密傾斜量図について - 地質情報との関連において -	井上 誠・矢島 太郎・三石 真祐瞳・両角 春寿 37
CIM の現状と将来像について	中田 文雄 41
CIM における 3D モデルの属性利用について	山根 裕之・椎葉 航・新 良子・小林 一郎 49
CIM 試行案件の多くで使われた 3 次元設計手法と利用例について	西谷 仁 51

物理探査による河川堤防の3次元可視化とモデリング

高橋 亨*

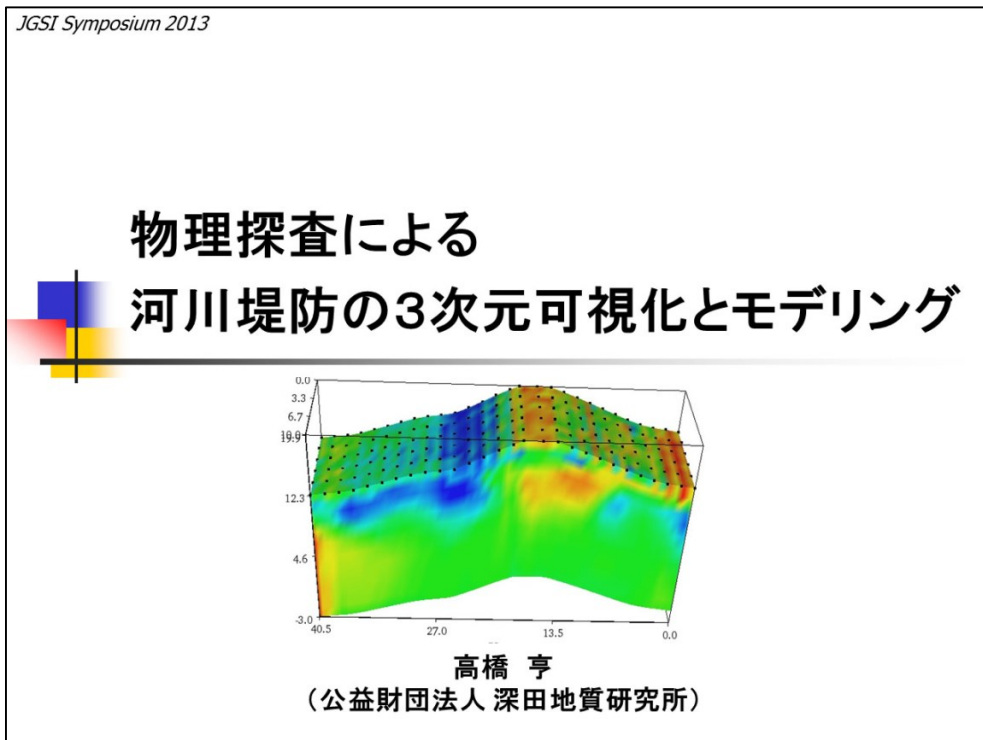
3D imaging and modeling of a river embankment with geophysical data

Toru Takahashi*

*公益財団法人深田地質研究所 Fukada Geological Institute,
2-13-12 Honkomagome, Bunkyo-ku, Tokyo 113-0021, Japan. E-mail: takahashi@fgi.or.jp

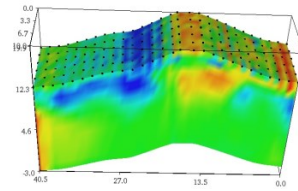
キーワード：物理探査，河川堤防，3次元

Key words : Geophysical method, River embankment, Three dimensions



話の内容

- 河川堤防の被害
- 河川堤防調査と物理探査の役割
- 河川堤防の可視化(概要調査での利用)
- 河川堤防の可視化(詳細調査における3次元可視化)
- 物理探査データを用いた河川堤防のモデリング
- まとめ



河川堤防の被害

- 九州矢部川の被災例 -

- ・近年、地震や局地的な集中豪雨等による河川堤防の被害の発生例が多く、その強靭化が求められている。
- ・特に、規模は小さくとも将来の破堤につながるような前兆的な堤体の変状(漏水、亀裂等)の報告は極めて多い。



昨年7月の九州北部豪雨で決壊した矢部川
- 冠水した九州新幹線の筑後船小屋駅付近の状況 - (NHK2012)

河川堤防の被害

- 前兆的な堤体の変状(漏水)-

H23年9月出水時に宮川右岸6.4k付近や7.2k付近の川裏等に「基盤漏水」及び「堤体漏水」が確認

国土交通省(2012)

漏水範囲

ガマの発生

基盤漏水の状況(宮川右岸6.4k付近)

堤体漏水の状況(宮川右岸6.4k付近)

堤体漏水の状況(宮川右岸7.2k付近)

2

河川堤防の被害

- 透破壊につながる恐れのある堤体と基礎地盤の土質構成 -

粘性土
砂質土
基礎地盤

堤外側の地形	堤内側の地形
a) 旧河道・自然堤防・旧川階高地	埋積された旧河道
b) 旧河道・自然堤防・旧川階高地	落堀
c) 旧河道・自然堤防・旧川階高地	氾濫低地
d) 河床・自然堤防	崖壁・基礎岩

透水性地盤 旧河道 落堀 氾濫低地 崖壁 基礎岩

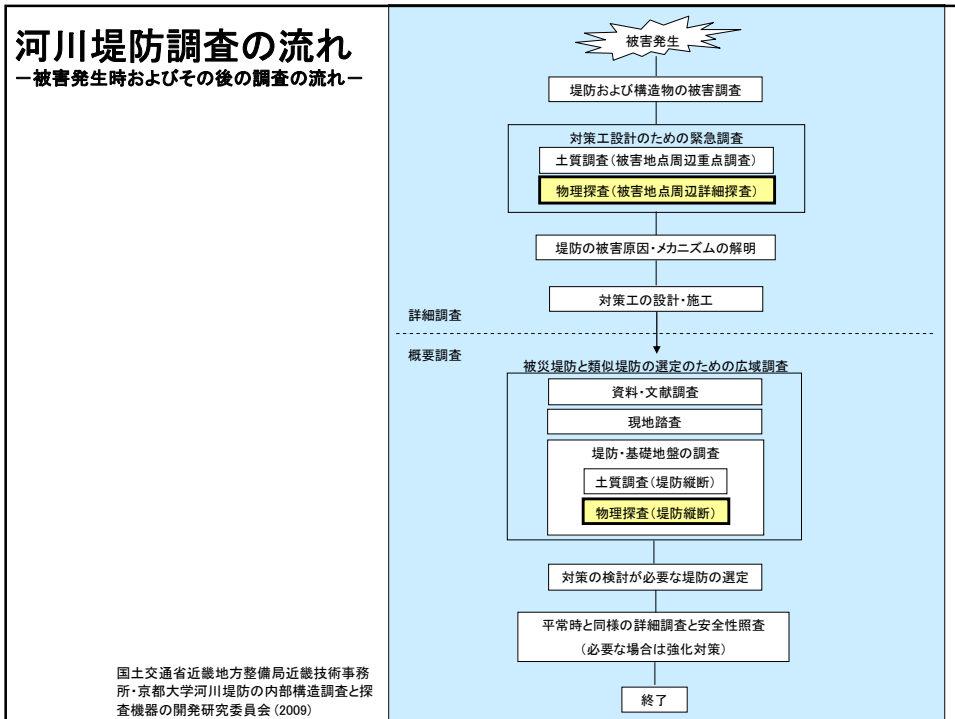
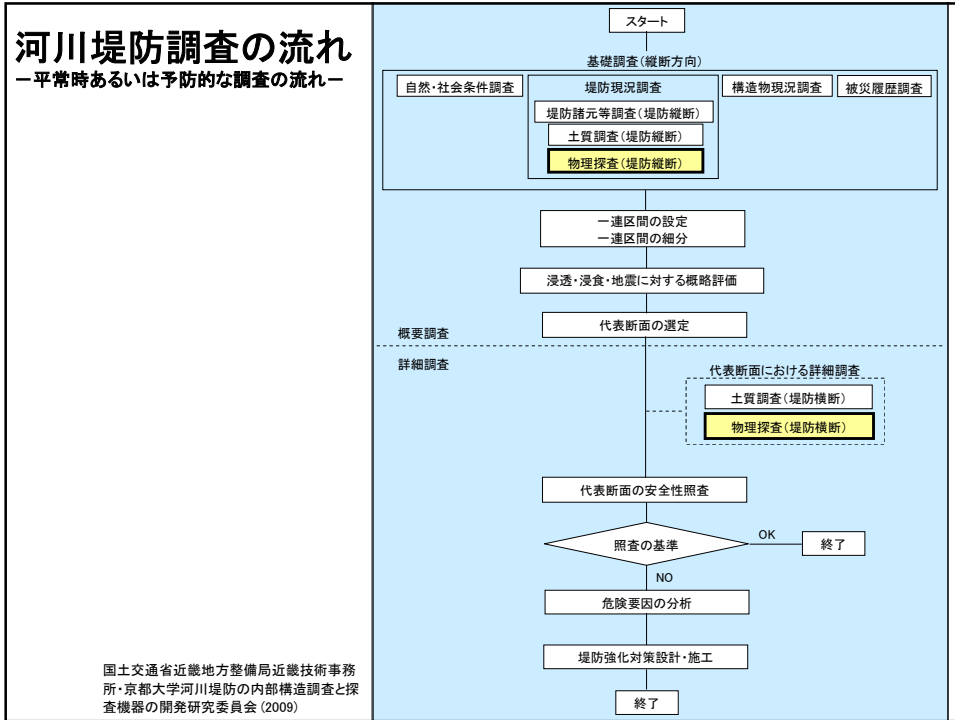
砂質土・礫質土 粘性土 崖壁・基礎岩台

堤防からの漏水 基礎地盤からの漏水

砂質土 砂は水を通しやすいため
粘性土 粘土は水を通しにくい

浸透が問題となる堤体と基礎地盤の土質構成
(国土技術研究センター、2002)

漏水被害の事例
(国土交通省近畿地方整備局、2006)

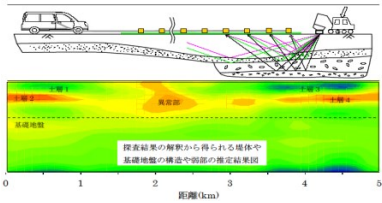
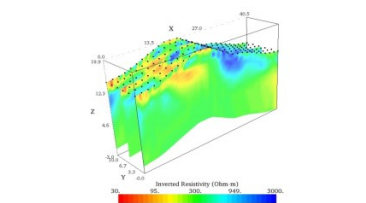


河川堤防の調査対象と要件

調査対象		具体的な事例	調査で把握すべき事項と深度	
堤体	縦断方向	<ul style="list-style-type: none"> ・堤防からの漏水 ・堤防表面の亀裂 	<ul style="list-style-type: none"> ・土質構成の連続性(弱点箇所の特定) 	0-9m
			<ul style="list-style-type: none"> ・堤体内異物の有無(亀裂、陥没、空洞、緩み、廃棄樋門など) 	0-9m
	横断方向	<ul style="list-style-type: none"> ・堤防からの漏水 	<ul style="list-style-type: none"> ・土質構成 ・築堤履歴 	0-9m
基礎地盤	堤防縦断方向	<ul style="list-style-type: none"> ・矢部川での堤防決壊 	<ul style="list-style-type: none"> ・要注意地形の分布範囲(旧河道、旧砂州など) ・透水層の分布、層厚 ・液状化層の分布、層厚 	15m
	堤防横断方向	<ul style="list-style-type: none"> ・矢部川での堤防決壊 ・パイピング(漏水) 	<ul style="list-style-type: none"> ・土質構成の連続性(特に透水層の連続性) ・液状化層の分布、層厚 	15m
河川構造物周辺		<ul style="list-style-type: none"> ・護岸破損 ・樋門管内(底板下)の空洞 	<ul style="list-style-type: none"> ・樋門等の構造物周辺におけるゆるみや空洞の有無・規模 	0-9m
護岸		<ul style="list-style-type: none"> ・護岸背面空洞 	<ul style="list-style-type: none"> ・護岸背面の空洞の有無・規模 	2m

国土交通省近畿地方整備局近畿技術事務所・京都大学河川堤防の内部構造調査と探査機器の開発研究委員会(2009)

調査対象・段階に応じた探査法

調査段階	概要調査	詳細調査
要求事項	堤防を縦断方向に効率的(早く安く)に探査し、堤体、基礎地盤の概略構造や土質構成および弱部、異常部(旧河道や空洞、緩み領域等)の概略位置を推定する	ボーリングデータを補完して堤防横断面の詳細な構造や土質構成を推定する
探査基本仕様	<ul style="list-style-type: none"> ・ベルト状の発受信機による牽引探査 ・リアルタイムに近いスピード解析 ・成果:概略の構造や土質構成 	<ul style="list-style-type: none"> ・対象断面での横断あるいは3次元探査 ・詳細解析 ・成果:横断面の構造や土質構成
探査手法	<ul style="list-style-type: none"> ・ランドストリーマ牽引型反射法 ・ランドストリーマ牽引型表面波法 ・牽引型電気探査 ・浅部電磁法探査 ・地中レーダ探査 ・複合探査(上記データの複合解析) 	<ul style="list-style-type: none"> ・3次元電気探査(2次元を含む) ・屈折法トモグラフィ ・複合探査(上記データの複合解析)
概念図		

国土交通省近畿地方整備局近畿技術事務所・京都大学河川堤防の内部構造調査と探査機器の開発研究委員会(2009)

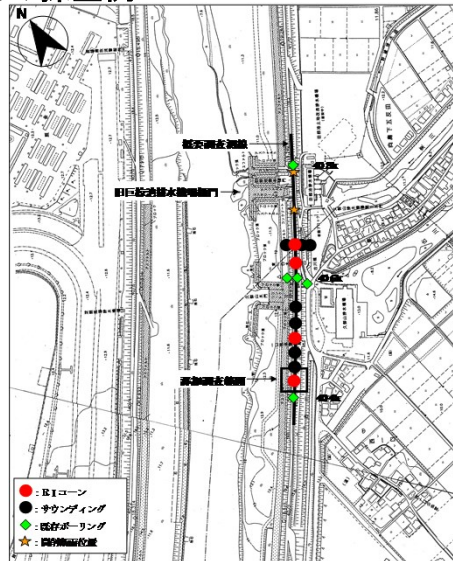
調査対象・段階に応じた探査法

調査段階	概要調査	詳細調査
要求事項	堤防を縦断方向に効率的(早く安く)に探査し、堤体、基礎地盤の概略構造や土質構成および弱部、異常部(旧河道や空洞、緩み領域等)の概略位置を推定する	ボーリングデータを補完して堤防横断面の詳細な構造や土質構成を推定する
探査基本仕様	<ul style="list-style-type: none"> ・ベルト状の発受信機による牽引探査 ・リアルタイムに近いスピード解析 ・成果:概略の構造や土質構成 	<ul style="list-style-type: none"> ・対象断面での横断あるいは3次元探査 ・詳細解析 ・成果:横断面の構造や土質構成
探査手法	<ul style="list-style-type: none"> ・ランドストリーマ牽引型反射法 ・ランドストリーマ牽引型表面波法 ・牽引型電気探査 ・浅部電磁法探査 ・地中レーダ探査 ・複合探査(上記データの複合解析) 	<ul style="list-style-type: none"> ・3次元電気探査(2次元を含む) ・屈折法トモグラフィ ・複合探査(上記データの複合解析)
概念図	<p>探査結果の解釈から得られる堤体や基礎地盤の構造や弱部の推定結果図</p>	<p>Inverted Resistivity (Ohm m)</p>

国土交通省近畿地方整備局近畿技術事務所・京都大学河川堤防の内部構造調査と探査機器の開発研究委員会(2009)

河川堤防の可視化(概要調査での利用)

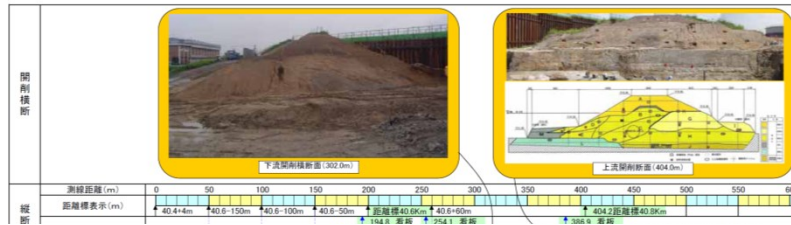
-宇治川での探査例-



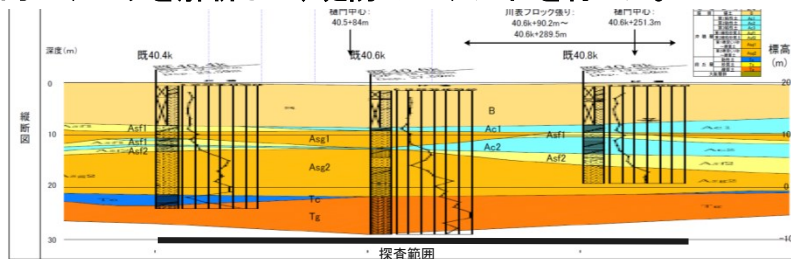
(実線:概査測線500m, 矩形範囲:精査範囲)

測線位置 国土交通省近畿地方整備局近畿技術事務所・京都大学河川堤防の内部構造調査と探査機器の開発研究委員会(2009)

河川堤防の可視化(概要調査での利用) -宇治川での探査例-

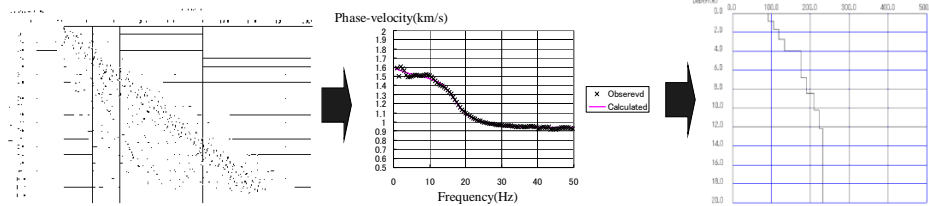
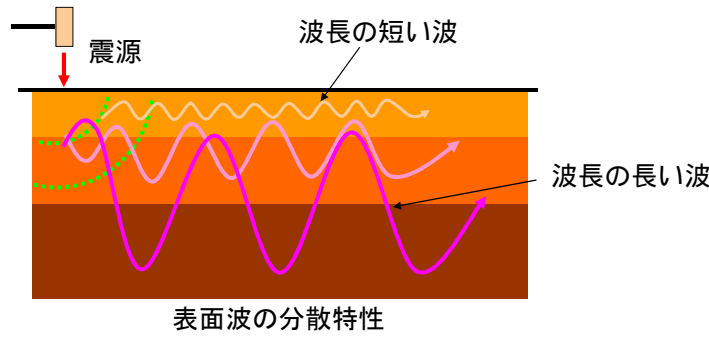


表面波探査(S波速度分布)と牽引式電気探査(比抵抗分布)を実施し、複合的にデータを解析して、堤防のモデル化を行った。



国土交通省近畿地方整備局近畿技術事務所・京都大学河川堤防の内部構造調査と探査機器の開発研究委員会(2009)

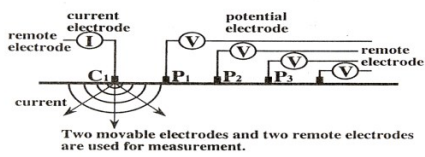
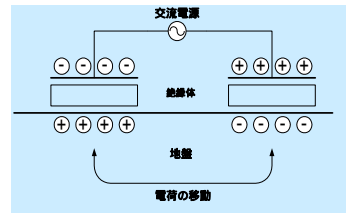
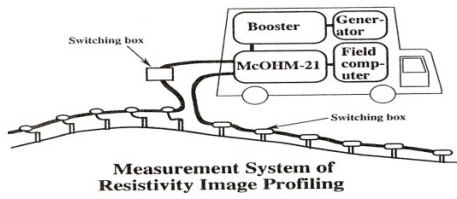
表面波探査の探査原理と解析法



表面波探査の測定方法



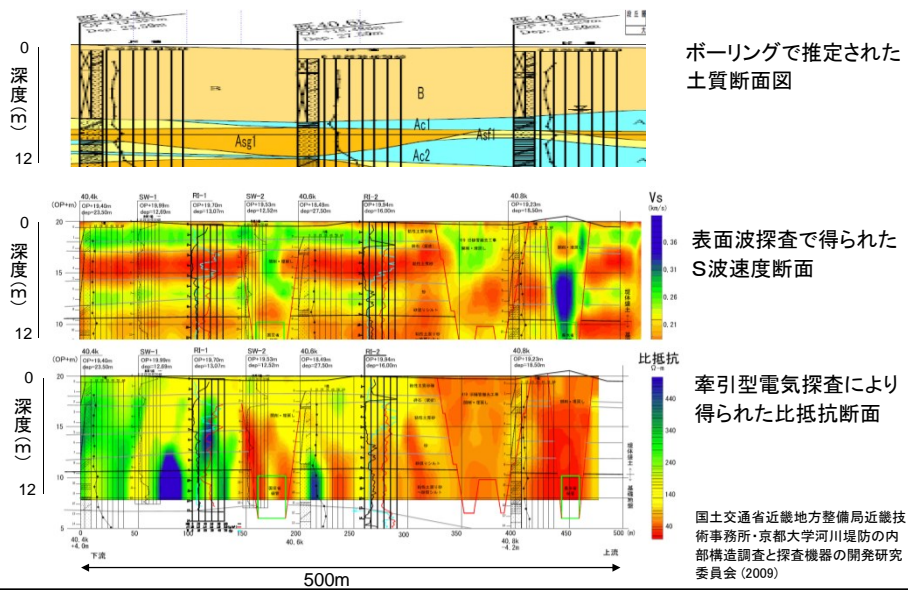
(牽引型)電気探査の探査原理



牽引型電気探査の測定方法



河川堤防の可視化(概要調査での利用) -宇治川での探査例-

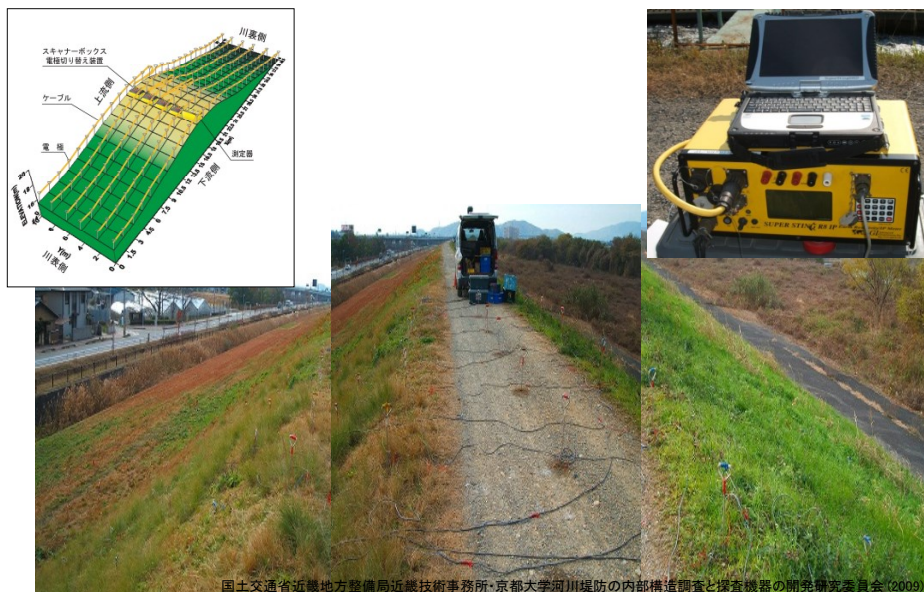


調査対象・段階に応じた探査法

調査段階	概要調査	詳細調査
要求事項	堤防を縦断方向に効率的(早く安く)に探査し、堤体、基礎地盤の概略構造や土質構成および弱部、異常部(旧河道や空洞、緩み領域等)の概略位置を推定する	ボーリングデータを補完して堤防横断面の詳細な構造や土質構成を推定する
探査基本仕様	<ul style="list-style-type: none"> ・ベルト状の発受信機による牽引探査 ・リアルタイムに近いスピード解析 ・成果: 概略の構造や土質構成 	<ul style="list-style-type: none"> ・対象断面での横断あるいは3次元探査 ・詳細解析 ・成果: 横断面の構造や土質構成
探査手法	<ul style="list-style-type: none"> ・ランドストリーマ牽引型反射法 ・ランドストリーマ牽引型表面波法 ・牽引型電気探査 ・浅部電磁法探査 ・地中レーダ探査 ・複合探査(上記データの複合解析) 	<ul style="list-style-type: none"> ・3次元電気探査(2次元を含む) ・屈折法トモグラフィ ・複合探査(上記データの複合解析)
概念図		

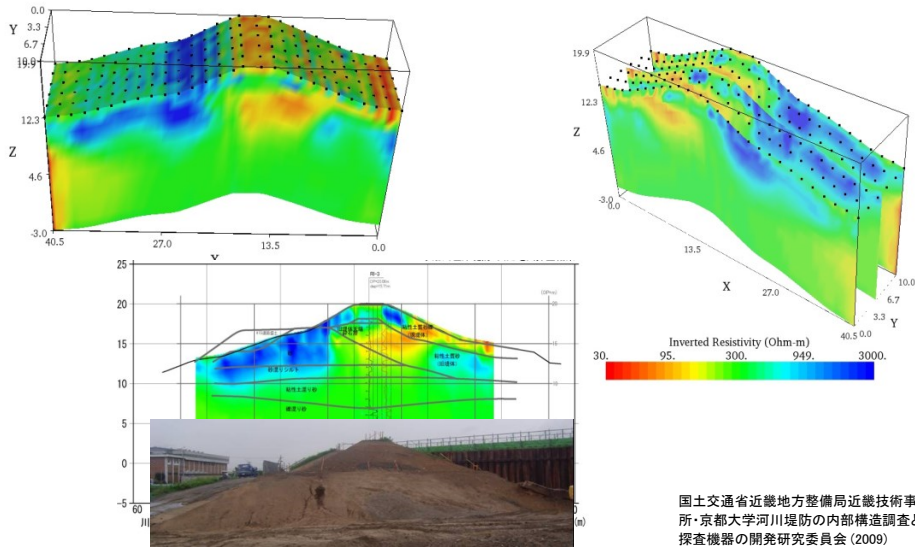
国土交通省近畿地方整備局近畿技術事務所・京都大学河川堤防の内部構造調査と探査機器の開発研究委員会(2009)

河川堤防の可視化(詳細調査での利用) -3次元電気探査の測定方法-

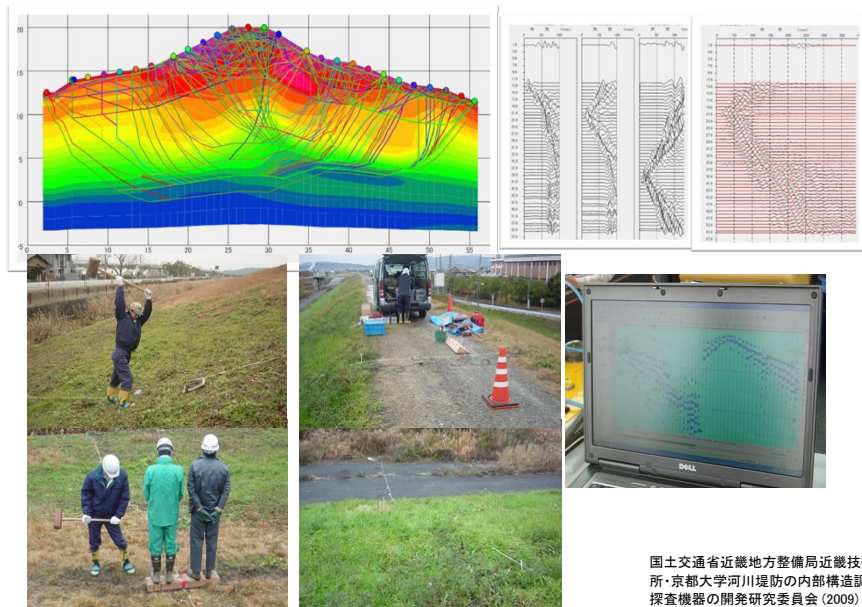


国土交通省近畿地方整備局近畿技術事務所・京都大学河川堤防の内部構造調査と探査機器の開発研究委員会(2009)

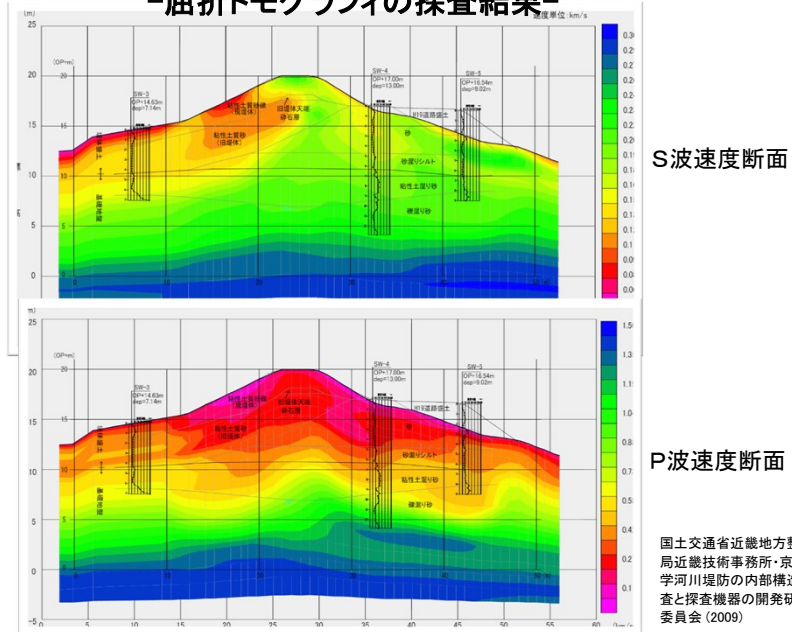
河川堤防の可視化(詳細調査での利用) -3次元電気探査の探査結果-



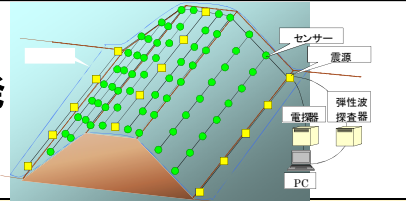
河川堤防の可視化(詳細調査での利用) -屈折トモグラフィの測定方法-



河川堤防の可視化(詳細調査での利用) -屈折トモグラフィの探査結果-



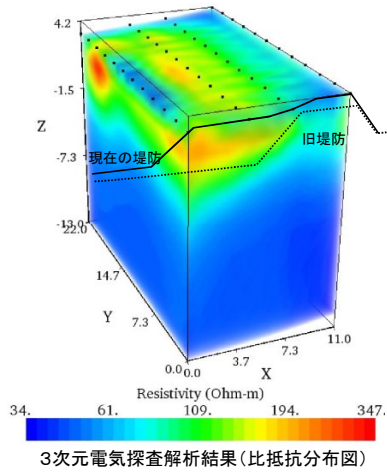
3次元堤防可視化装置の開発



名称	仕様	備考
3次元可視化装置	ベルトスリング型ランドストリーマ 70mm × 50m 12測点/本 受振器ベース & 電極一体型 測点間隔4m(最大) 上下動受振器・水平動受振器 交互配置 受振器: MarkProduct L40-A 電極: ステンレス製	4セット (8セット予定)



3次元堤防可視化装置の評価試験



評価試験作業状況

高橋ほか(2012)

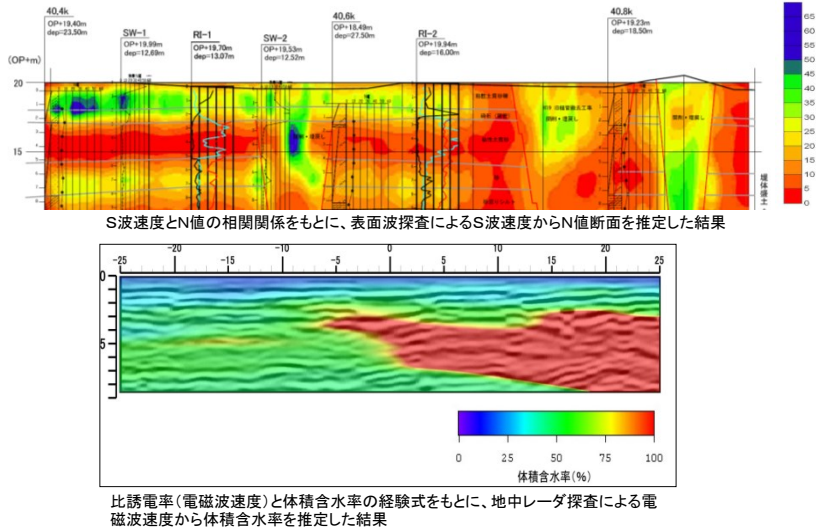
物理探査データを用いた河川堤防のモデリング

—物理探査で得られる物性と河川堤防調査に必要な特性の関係—

物理探査手法及び得られる物性		河川堤防調査で求められる特性		
手法	物性	土質構成	力学的特性 (密度、N値、一軸圧縮強度等)	水理学的特性 (間隙率、透水係数等)
弾性波探査	屈折法	P波速度 (Vp) S波速度 (Vs) (体積弾性率) (剛性率) (密度)		
	反射法			
	表面波法			
電気探査	比抵抗法 (牽引型) (電極打設型)	比抵抗		
	自然電位法			
電磁探査	電磁法 (周波数領域)	電磁波速度 (誘電率) (比抵抗)		
	電磁法 (時間領域)			
	地中レーダ (パルス型) (連続波型)			
複合探査	複数の探査法の組み合わせ	弾性波速度 比抵抗 電磁波速度 など		<p>弾性波速度と比抵抗の2つの値から、各種特性との経験式をベースに、変形係数やC、Φなどの強度定数、あるいは間隙率、飽和度などの水理学的特性を推定することができる。</p>

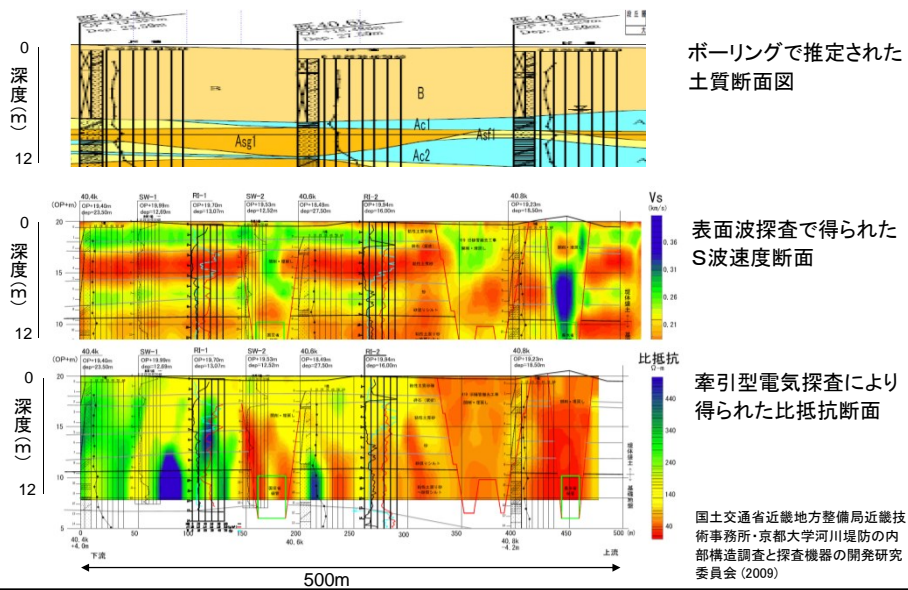
国土交通省近畿地方整備局近畿技術事務所・京都大学河川堤防の内部構造調査と探査機器の開発研究委員会(2009)

物理探査データを用いた河川堤防のモデリング —特性間の相関関係、経験式を利用する方法—



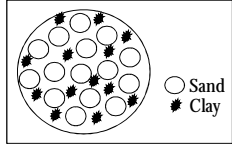
国土交通省近畿地方整備局近畿技術事務所・京都大学河川堤防の内部構造調査と探査機器の開発研究委員会 (2009)

物理探査データを用いた河川堤防のモデリング —物理モデルを利用する方法—



物理探査データを用いた河川堤防のモデリング

—物理モデルを利用する方法—



Unconsolidated sand model

$$K_{dry} = \left[\frac{\phi / \phi_0}{K_2 + (4/3)G_2} + \frac{1 - \phi / \phi_0}{K_s + (4/3)G_2} \right]^{-1} - \frac{4}{3}G_2$$

$$G_{dry} = \left[\frac{\phi / \phi_0}{G_2 + Z} + \frac{1 - \phi / \phi_0}{G_s + Z} \right]^{-1} - Z \quad \text{Hashin-Shtrikman Model}$$

$$Z = \frac{G_2}{6} \frac{9K_2 + 8G_2}{K_2 + 2G_2}$$

$$K_2 = \left[\frac{n^2(1-\phi_0)^2 G_s^2 P}{18\pi^2(1-\nu_s)^2} \right]^{1/3} \quad \text{Hertz-Mindlin Model}$$

$$G_2 = \left[\frac{5-4\nu_s}{5(2-\nu_s)} \left[\frac{3n^2(1-\phi_0)^2 G_s^2 P}{2\pi^2(1-\nu_s)^2} \right]^{1/3} \right]$$

$$K_s = \{(1-C)K_{sand} + CK_{clay} + 1/((1-C)/K_{sand} + C/K_{clay})\} / 2$$

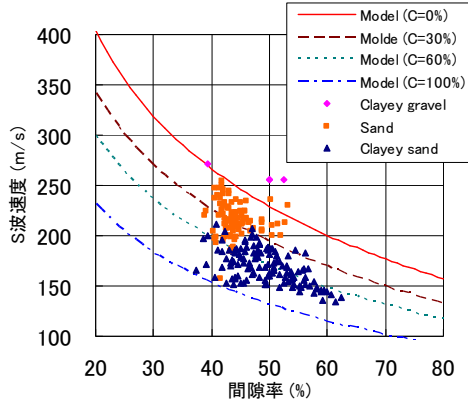
$$G_s = \{(1-C)G_{sand} + CG_{clay} + 1/((1-C)/G_{sand} + C/G_{clay})\} / 2$$

Hill average

$$K_{sat} = K_{dry} + \frac{(1 - K_{dry} / K_1)^2}{\phi / K_f + (1 - \phi) / K_1 - K_{dry} / K_1^2}$$

Gassmann's Relation

$$G_{sat} = G_{dry}$$

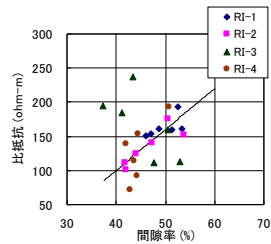
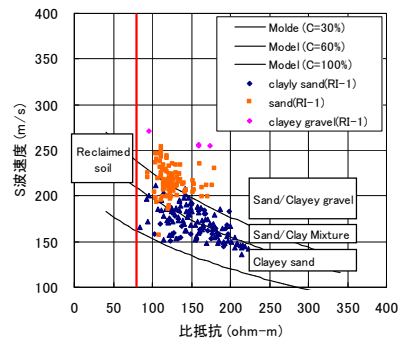
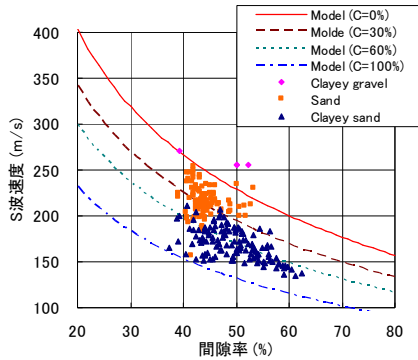


n	5	Coordination number
ϕ_0	0.8	Critical porosity
K_{clay}	21 GPa	Bulk modulus of clay
G_{clay}	7 GPa	Shear modulus of clay
K_{sand}	36.6 GPa	Bulk modulus of Quartz
G_{sand}	45GPa	Shear modulus of Quartz

Takahashi & Yamamoto (2010)

物理探査データを用いた河川堤防のモデリング

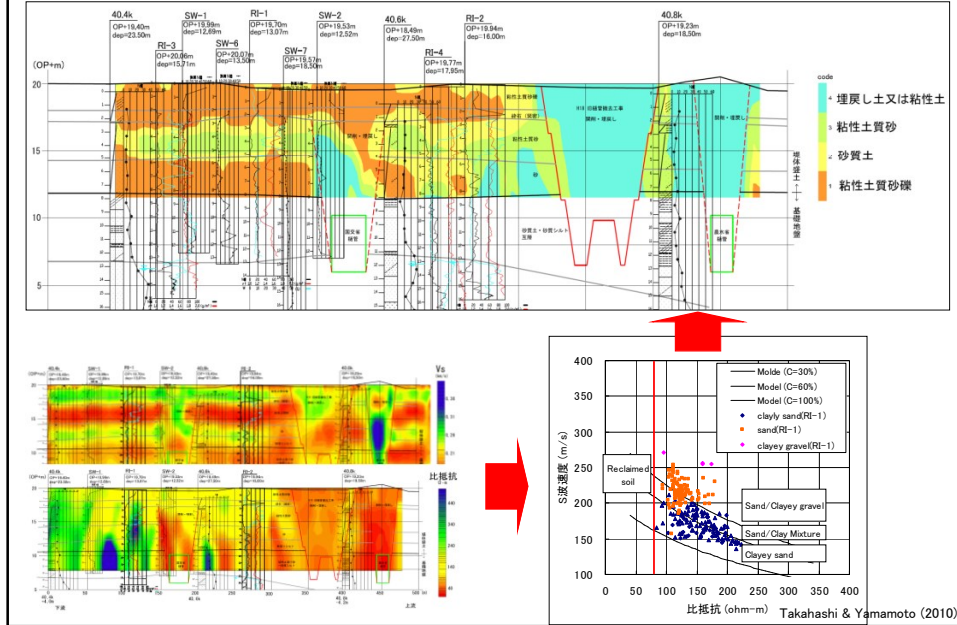
—物理モデルを利用する方法—



Takahashi & Yamamoto (2010)

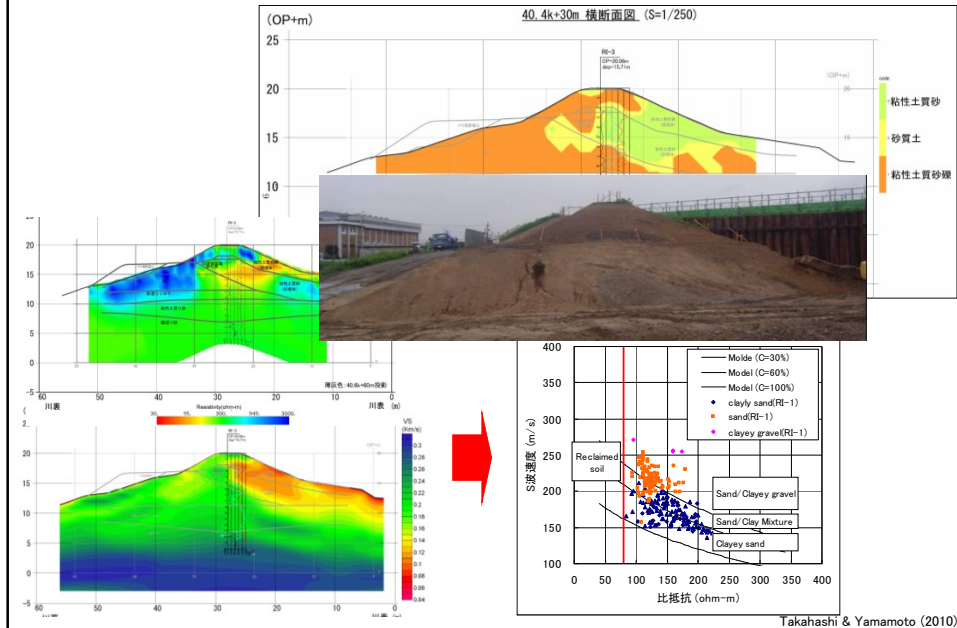
物理探査データを用いた河川堤防のモデリング

—物理モデルを利用する方法により推定された土質断面—



物理探査データを用いた河川堤防のモデリング

—物理モデルを利用する方法により推定された土質断面—



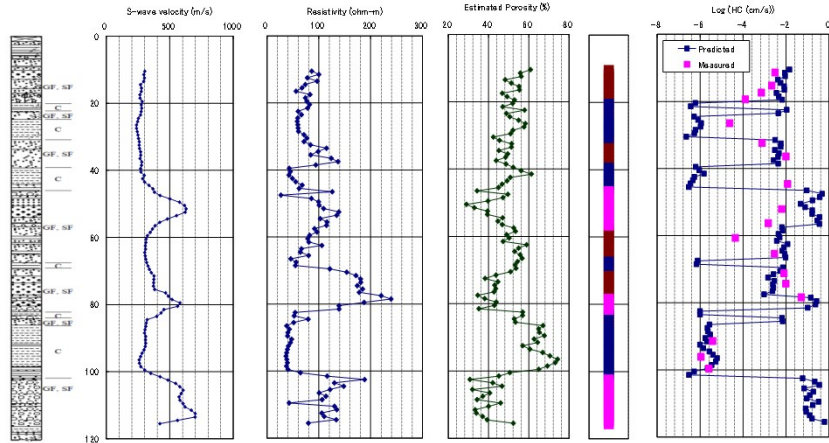
物理探査データを用いた河川堤防のモデリング

— S波速度と比抵抗を利用した透水係数の推定法 —

探査データから透水係数の推定 (飽和地盤での適用)
(Koseny-Carmanの式 + Rock Physicsに基づく方法)

砂礫: 1mm
砂 : 0.1mm
粘土: 0.001mm

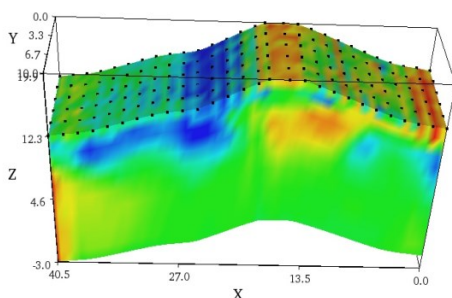
$$\kappa = B \frac{\phi^3}{(1-\phi)^2} d^2$$



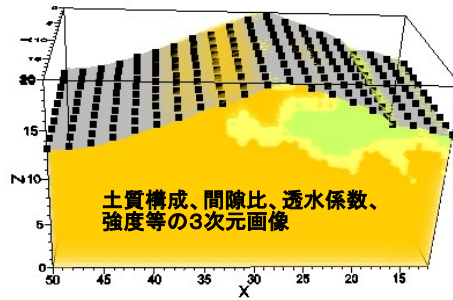
高橋・稲崎 (2013)

物理探査データを用いた河川堤防のモデリング

— 複数の物理探査データを利用した河川堤防の3次元モデリング —



3次元物理探査結果



土質構成、間隙比、透水係数、
強度等の3次元画像

堤防特性の3次元モデル

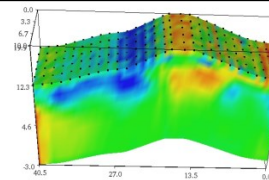


Takahashi et al. (2013)を修正

まとめ

- 河川堤防内部を非破壊的に可視化する技術として物理探査が利用されている。
- 特に、横断を対象にした詳細調査において3次元探査が適用され、探査物性による3次元可視化が行われている。
- 3次元探査を効率的に実施するための複合探査装置の開発や探査で得られた弾性波速度や比抵抗値を複合的に解析し、堤防の土質構成、さらには透水係数等のモデル化も試みられている。
- 近い将来、複数の3次元物理探査による河川堤防の3次元モデル化が可能となると考えられる。

謝辞



本講演で使用させていただいたデータの多くは、以下の研究で取得、解析されたデータです。関係者の皆様にここに記して感謝いたします。

■ 京都大学河川堤防の内部構造調査と探査機器の開発研究(2006年～2008年)

国土交通省近畿地方整備局近畿技術事務所・京都大学河川堤防の内部構造調査と探査機器の開発研究委員会(2009):河川堤防調査における物理探査適用の手引き-新しい技術の適用を中心に-

Takahashi T. and Yamamoto T., 2010, An attempt at soil profiling on a river embankment using geophysical data, Exploration Geophysics, 41, 102-108.

■ 国土交通省建設技術開発助成事業-被災堤防緊急対応のための3次元堤防可視化ツール及び対策工設計システムの開発-(実施中)

高橋亨・相澤隆生・西尾英貴・松岡俊文(2012):被災堤防緊急対応のための3次元可視化ツール及び対策設計支援システムの開発-研究開発の全体計画と2011年度成果の概要-, 物理探査学会第127回学術講演会講演論文集, 63-66.

村田和則・相澤隆生・高橋亨・松岡俊文(2012):被災堤防緊急対応のための3次元可視化ツール及び対策設計支援システムの開発(その2)-3次元可視化ツールの概要-, 物理探査学会第127回学術講演会講演論文集, 67-69.

Takahashi T., Aizawa T., Nishio H. and Matsuoka, T., 2013, 3D geophysical soil profiling system for supporting countermeasure design for damaged river embankments, Proc. of Near-Surface Geophysics Asia Pacific Conference.

■ 河川整備基金助成事業-統合物理探査による河川堤防の安全性評価技術の開発-(実施中)

高橋亨・稲崎富士(2013):物理探査データを用いた河川堤防の浸透性の推定, 物理探査学会第128回学術講演会講演論文集, 166-169.

浅部地下構造の三次元モデリング ：沖積層基底面モデルとボクセルモデルとの統合

木村 克己*・花島 裕樹**

3D modeling of shallow-level subsurface structure
： Integration of the surface model and voxel model of the Chuseki-so

Kimura Katsumi* and Hanashima Yuki**

*独立行政法人 産業技術総合研究所 地質情報研究部門 Institute of Geology and Geoinformation, GSJ, AIST, Central 7, 1-1-1 Higashi, Tsukuba, Ibaraki 305-8567, Japan. E-mail: k.kimura@aist.go.jp

**国立学校法人 筑波大学 生命環境科学研究科 University of Tsukuba, Graduate school of Life and Environment Sciences, 1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki 305-8577, Japan.
E-mail: yuki.hanashima@aist.go.jp

キーワード：沖積層，東京低地，サーフェスモデル，ボクセルモデル，ボーリングデータ，三次元モデリング
Key words : Chuseki-so, Tokyo lowland, surface model, voxel model, borehole data, 3D modeling

浅部地下構造の三次元モデリング ：沖積層基底面モデルと ボクセルモデルとの統合

平野の三次元地下地質モデルを高精度に構築することは、地震動・地下水評価、都市整備などにおいて不可欠な課題である。それに有用なボーリングデータ解析による三次元モデリング手法として、沖積層基底面モデルとそれで制御した土質とN値のボクセルモデル構築手法について発表する。

木村克己(産総研)・花島裕樹(筑波大学)

Kimura Katsumi and Hanashima Yuki

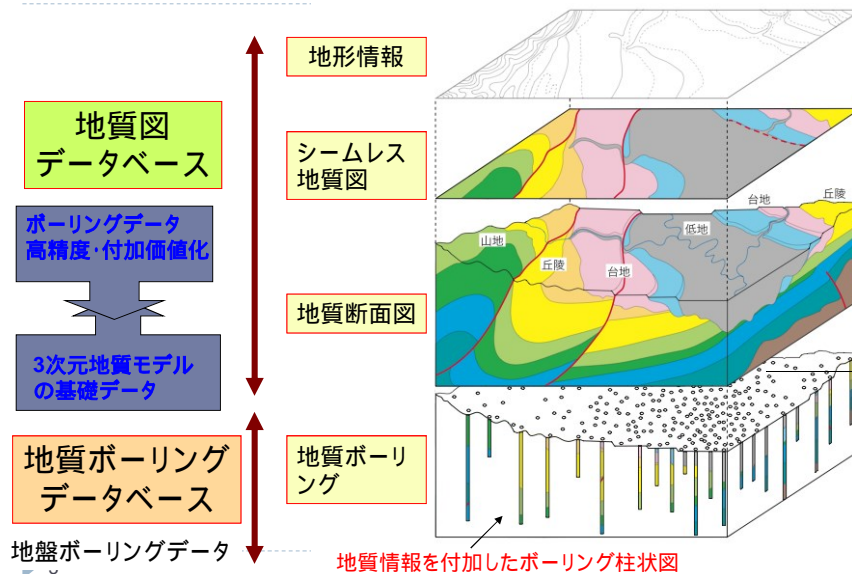
1

話の内容

- 1．地盤ボーリングデータの活用
- 2．ボーリングデータベース整備の現状と今後
- 3．ボーリングデータ解析による
高精度の地下地質・地盤モデルの構築
 サーフェスモデルとボクセルモデルとの統合
- 4．地盤モデル構築の指針

2

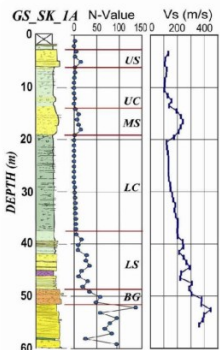
地質情報データベース ー複雑な地下構造の実態解明の基本ー



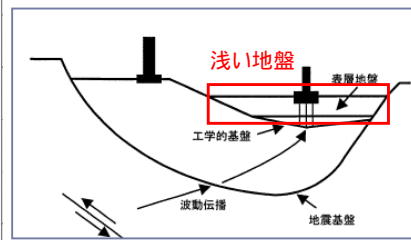
地盤ボーリングデータの特性

国土の地下地質の“露頭”情報

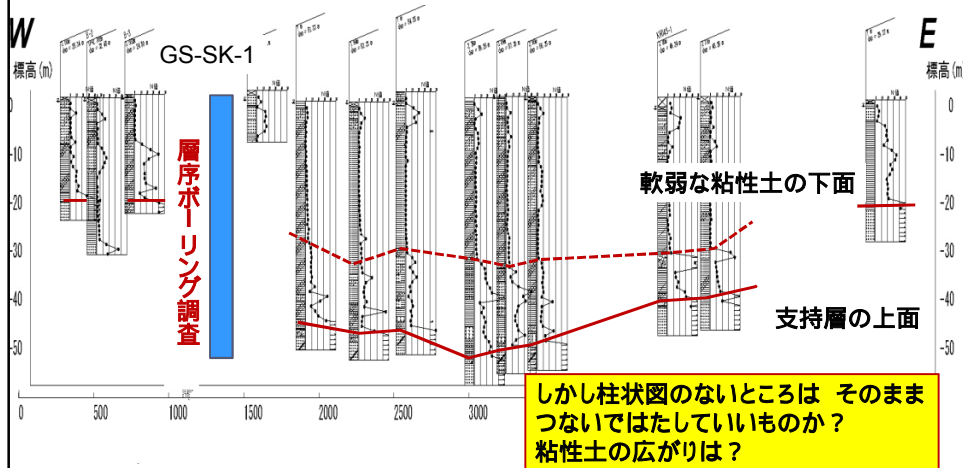
- ・地下の“露頭”情報であり，強震動評価，土木・建築設計，地圏環境評価等に不可欠
- ・国民共有の公的財産であり，安全・安心の社会の建設にとって貴重な情報



強震動評価に不可欠なデータ



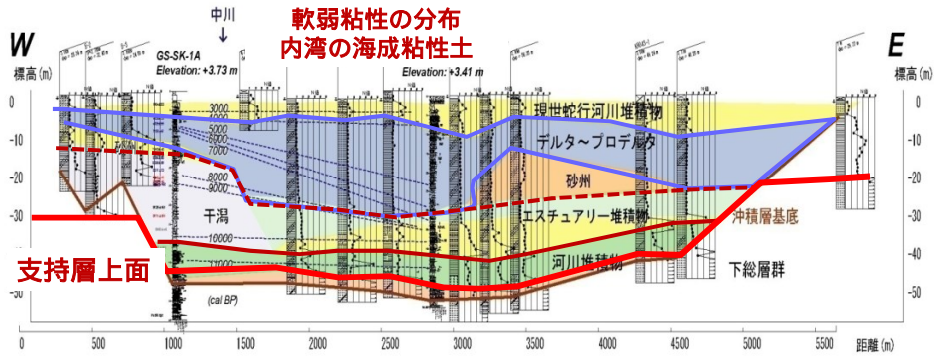
土質ボーリング柱状図の断面図表示
中川低地南部，草加市付近の東西断面



孔口標高，深度，土質柱状図，N値とその垂直変化
 → 地表面付近の標高，ボーリングの長さ，地盤の土質の重なり，地盤の固さ

地質学的解析を行ったボーリング柱状図と地質断面図

→土質・物性の空間分布に明確な判断の根拠をあたえる。



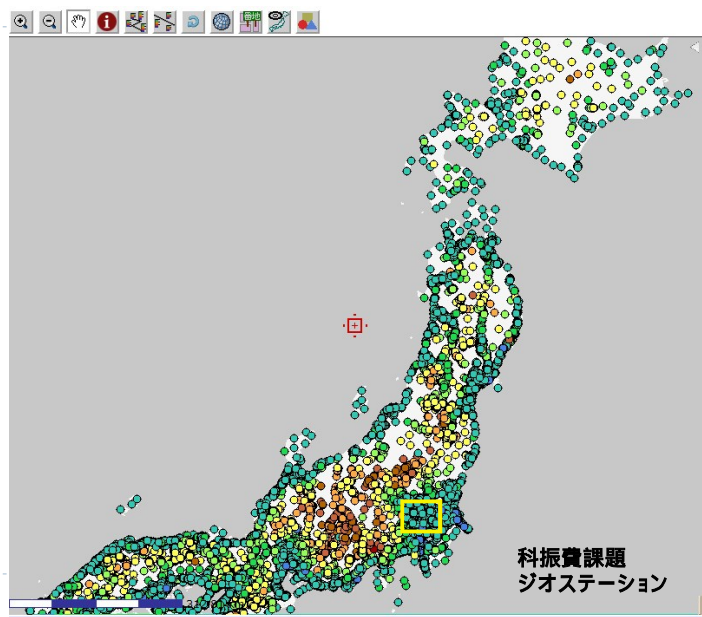
- 土質・N値情報から、地下地質情報へ
- ・地層区分(年代・堆積環境・地層のできかた)
 - ・堆積した環境(工学的地盤特性と密接)
 - ・正確な土質の空間分布・相互関係の推定

▶ 6

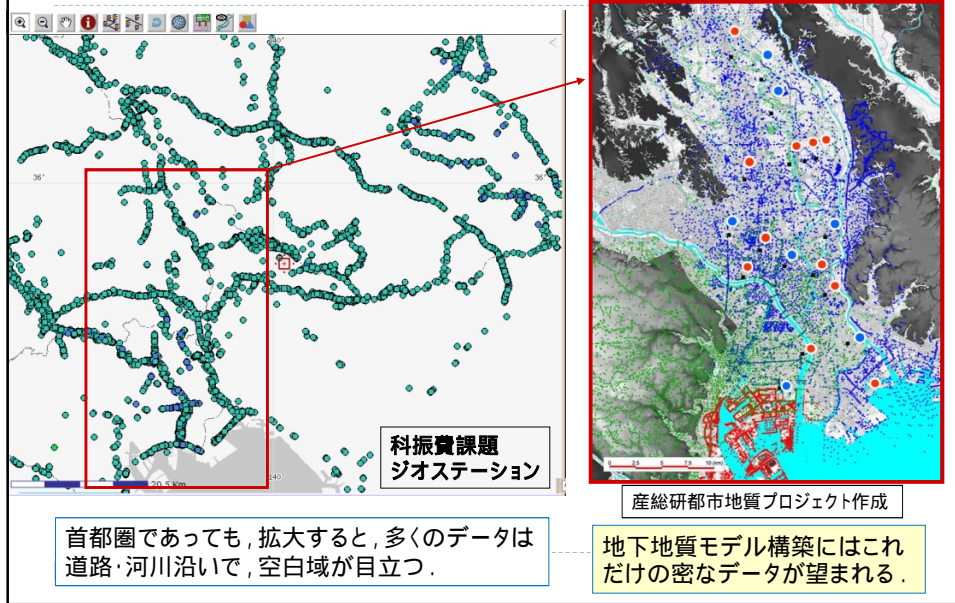
公開ボーリングデータ

科振費課題のポータルサイト「ジオステーション」

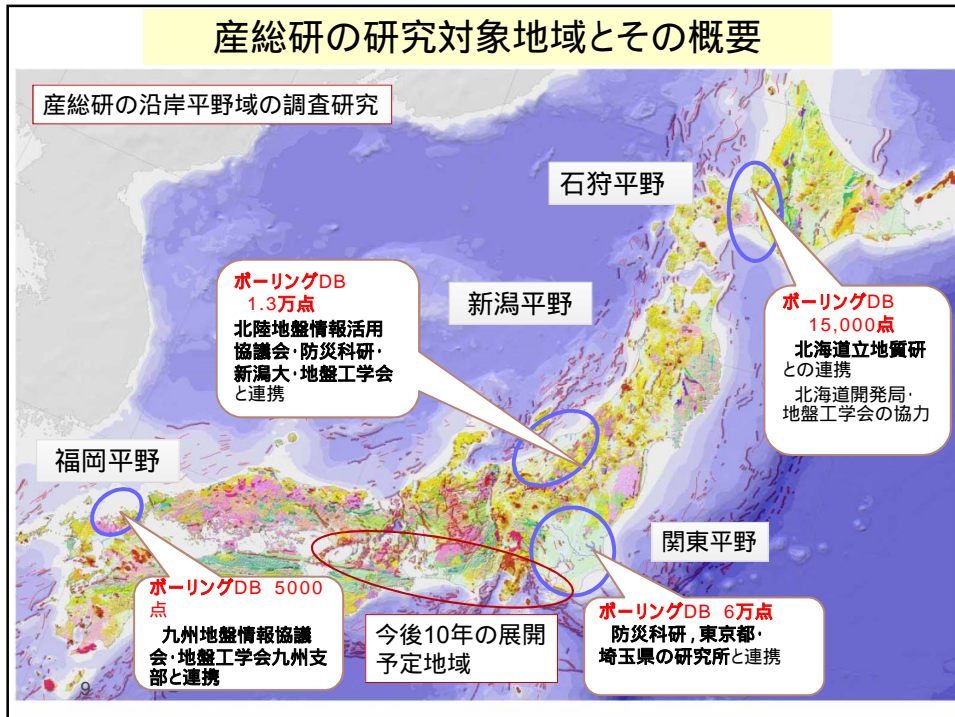
Kunijiba, 自治体のデータを中心に10万本以上のボーリングデータ(xml形式)が登録・公開されている。

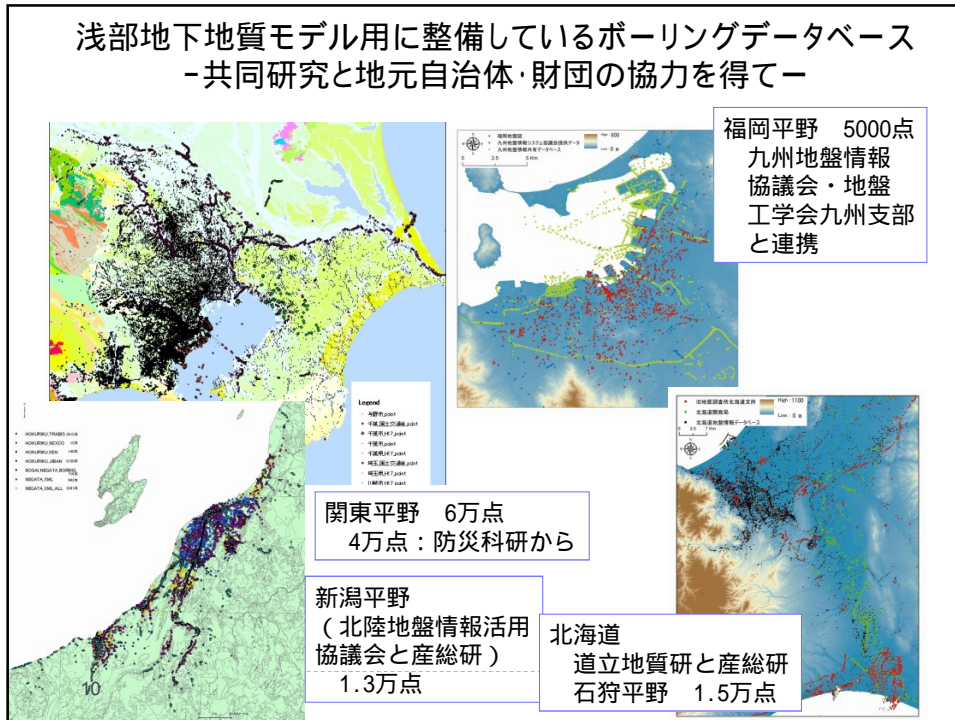


ボーリングDB密度と地下モデルの精度との相関



産総研の研究対象地域とその概要





浅部地下地質モデルの高精度化

1. 軟弱地盤をなす沖積層基底面境界
開析谷，狭長な谷筋，河成段丘，波食台

重要な物性境界面
地震動評価，地下水流動，建築地盤評価において重要

2. ボクセルモデル (N値と土質)
プログラム化
レシピ化

東京低地・中川低地下の
開析谷・河成段丘・波食台地形

段丘崖: 10-60度
▶ 段丘・谷底平坦面: 1度以下

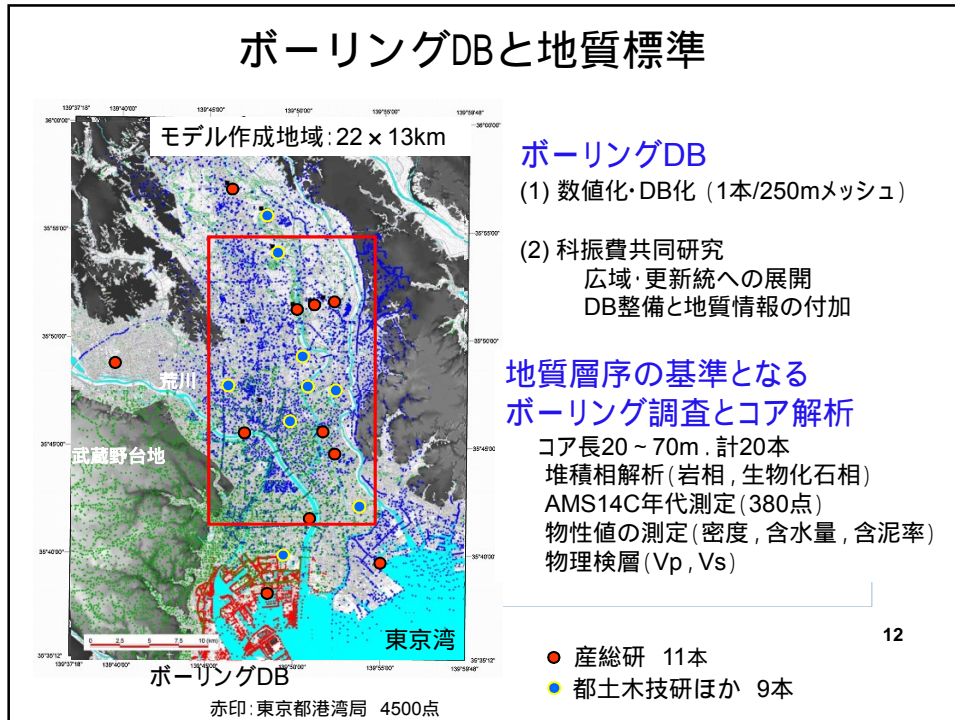
上面:
青色部分は柔らかい海成粘性土(内湾泥底)を表し、緑から赤は比較的固い砂質土(砂州・内湾砂底)を示す。

内湾泥底 砂州

上面: GL-15m付近

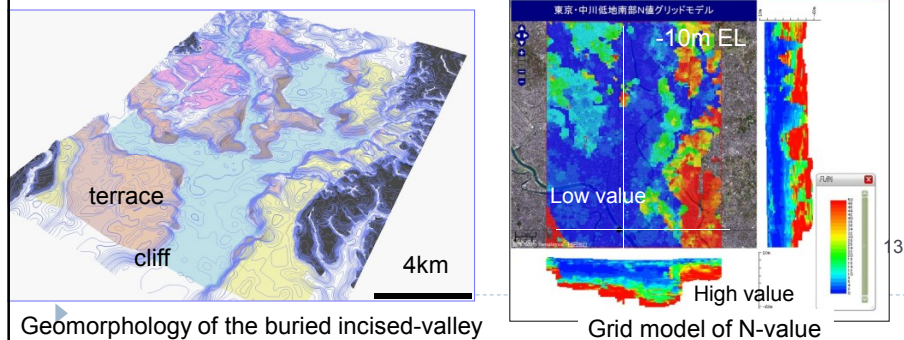
alongZNO.00107

ボーリングDBと地質標準



沖積層基底面モデルの役割

1. 地下地質モデルの高精度化の出発点で試金石
: 埋没地形面の形状と地形発達史の考慮
2. 物性境界
: 軟弱な沖積層と支持層との境界
: 境界を考慮したグリッドモデルの作成の枠組み
From the 3D integrated system site

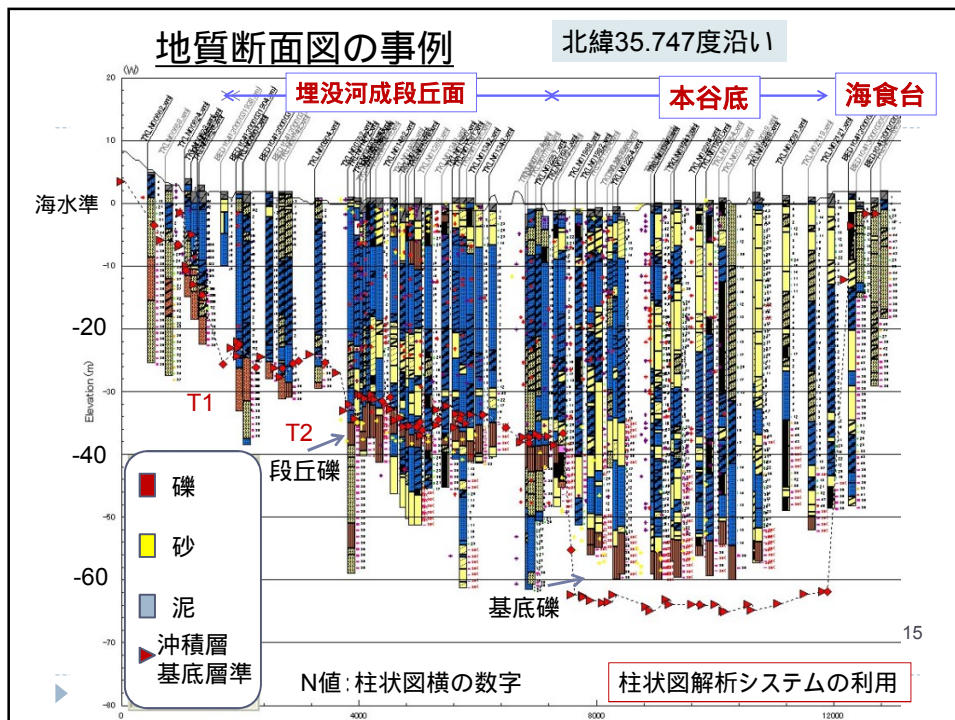


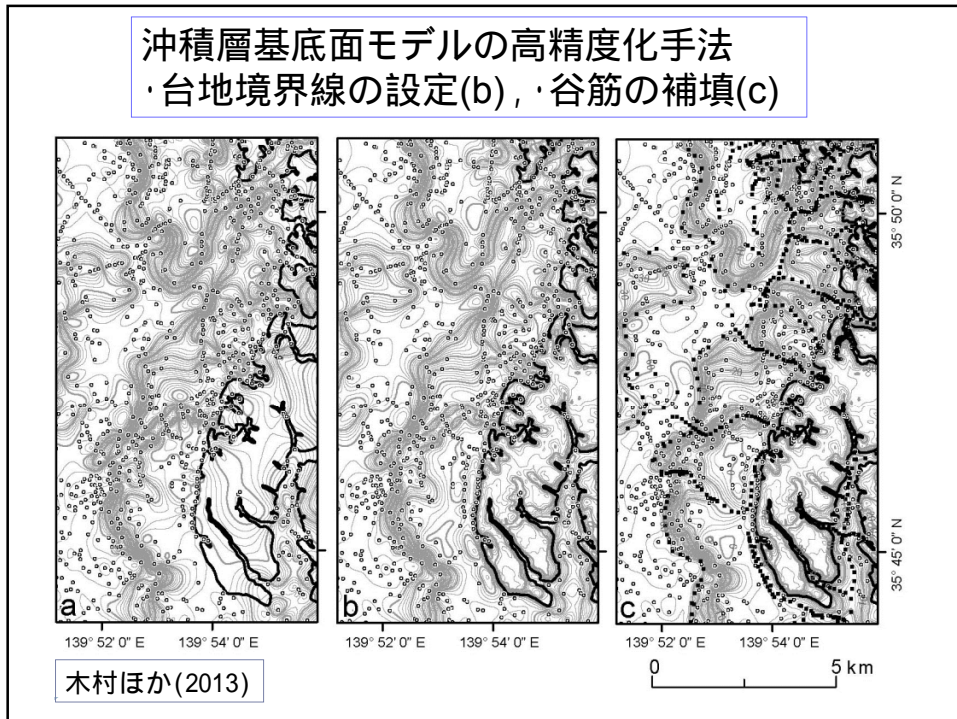
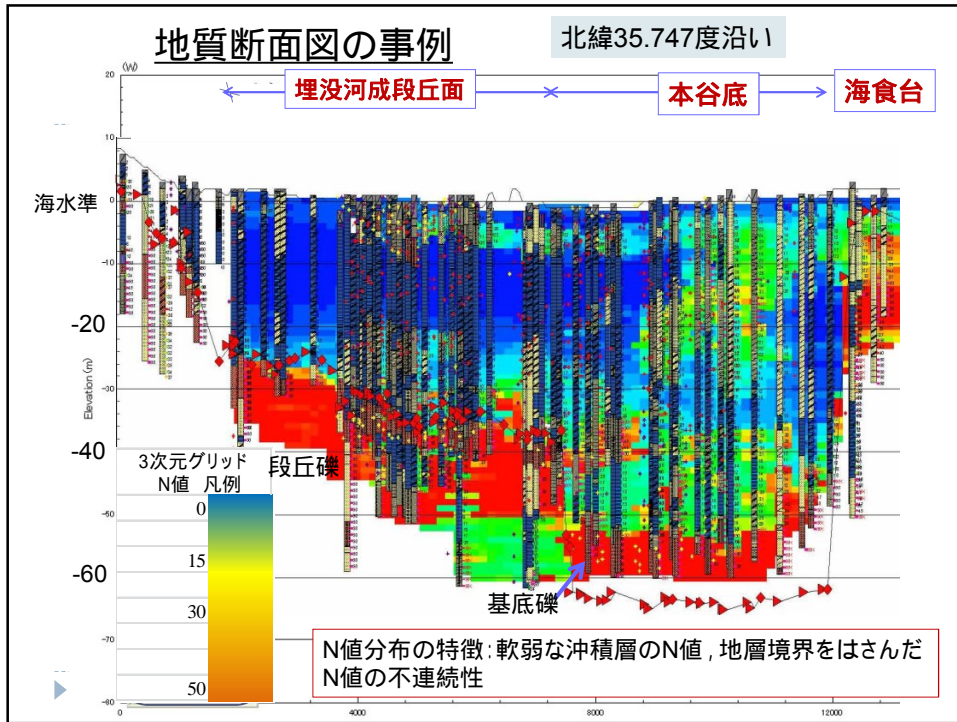
面モデル高精度化の要点

1. ボーリングデータ解析に基づく地質境界点の決定
 - : 基準柱状図との対比と地層の成り立ちに関する知見
 - : 便利な柱状図解析用のシステムの開発・利用
2. (埋没)地形面及び地質プロセスからのデータ制約
 - : 地形・地質情報の活用(台地・低地境界の設定など)
 - : 補填データの追加
 - : 古地形区分図に基づく空間補間計算処理の制約
3. 空間補間計算プログラムの選択とパラメータの決定
 - : B-spline Horizon (野々垣ほか, 2008)

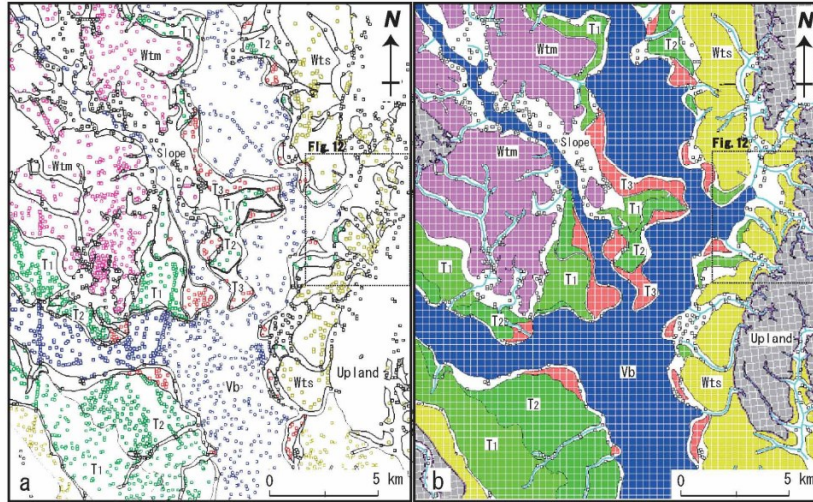
木村ほか(2013)

▶ 14





沖積層基底面モデルの高精度化手法
 ・埋没地形面区分に基づくデータの補填



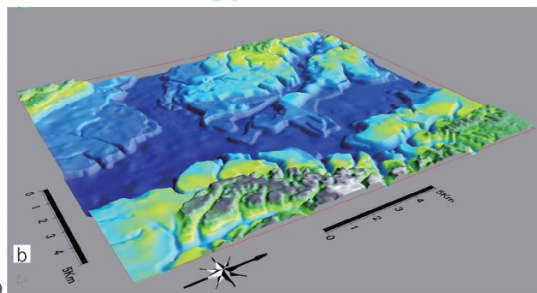
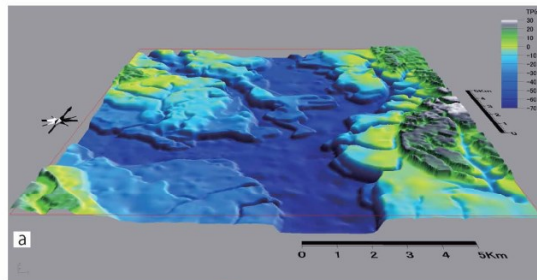
埋没地形区分図とボーリングデータ分布

Wtm, Wts: 波食台, T1-T3: 立川面, Vb: 本谷底

木村ほか(2013)

18

沖積層基底の埋没地形の三次元イメージ



▶ 19

木村ほか(2013)

ボクセル(グリッド)モデルの作成

1. ボクセルモデルの作成手法

- ・江藤ほか(2008)にて提唱, その後改良.
- ・水平8分割法とIDW
- ・土質とN値
- ・岩相依存型モデル: 個々のグリッドの岩相は最頻値, N値は選択された岩相のN値を対象とする.

2. 沖積層基底面境界を介して, 沖積層とその基盤の2つのモデルの作成

3. 両モデルの統合

空きのないモデル作成を行う.

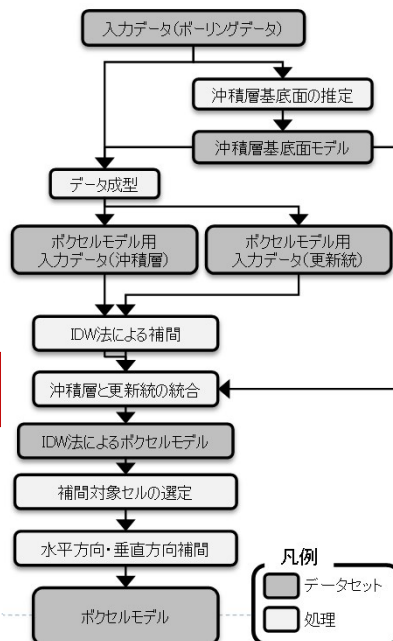
木村ほか(2011)

▶ 20

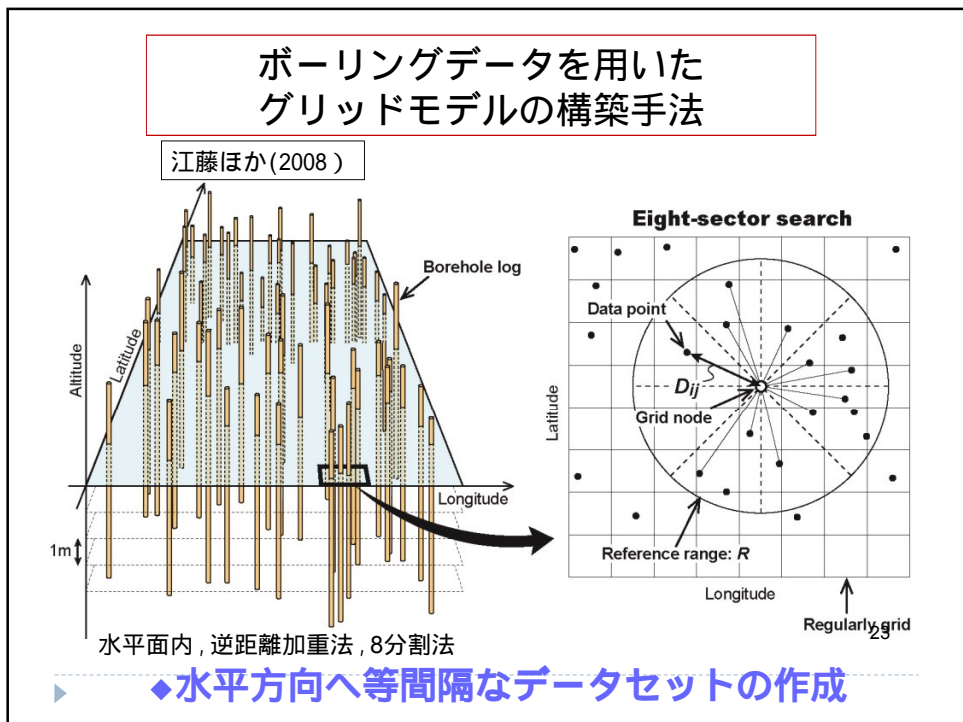
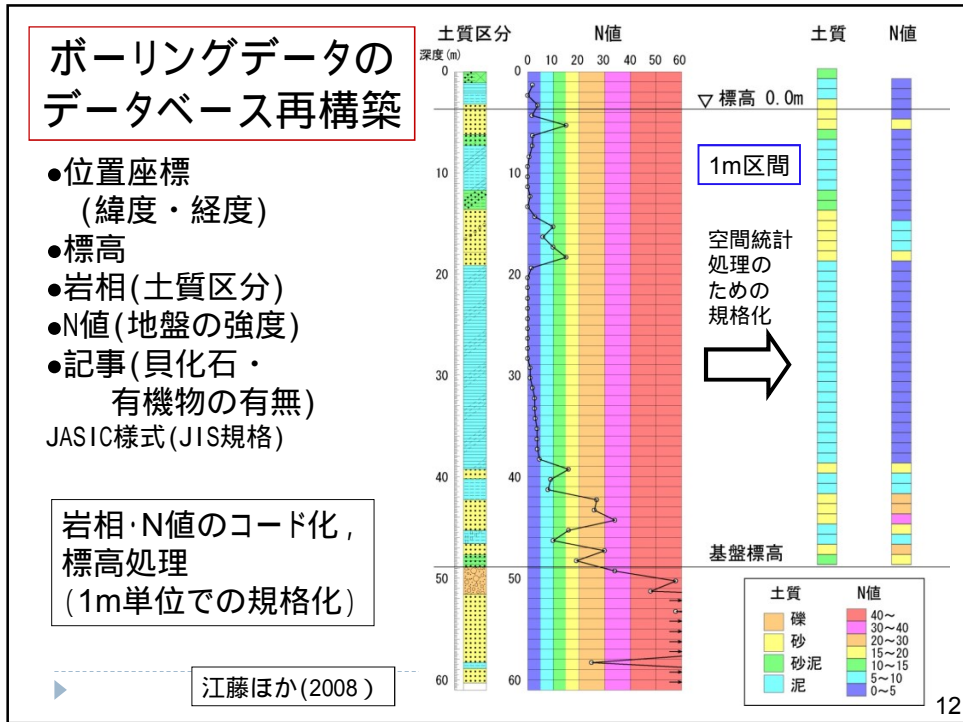
11

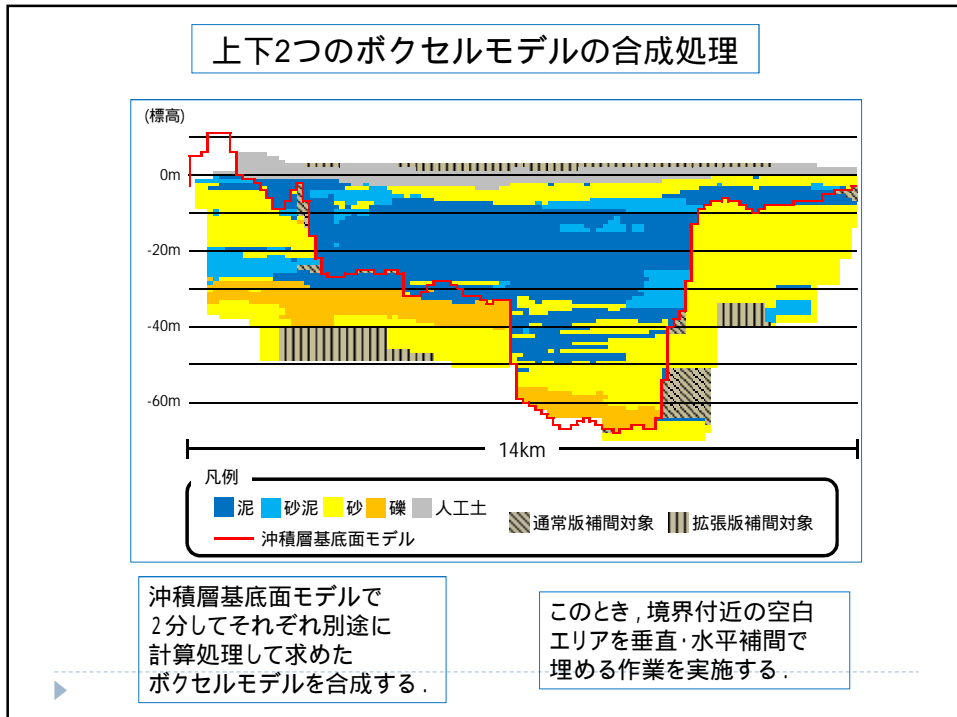
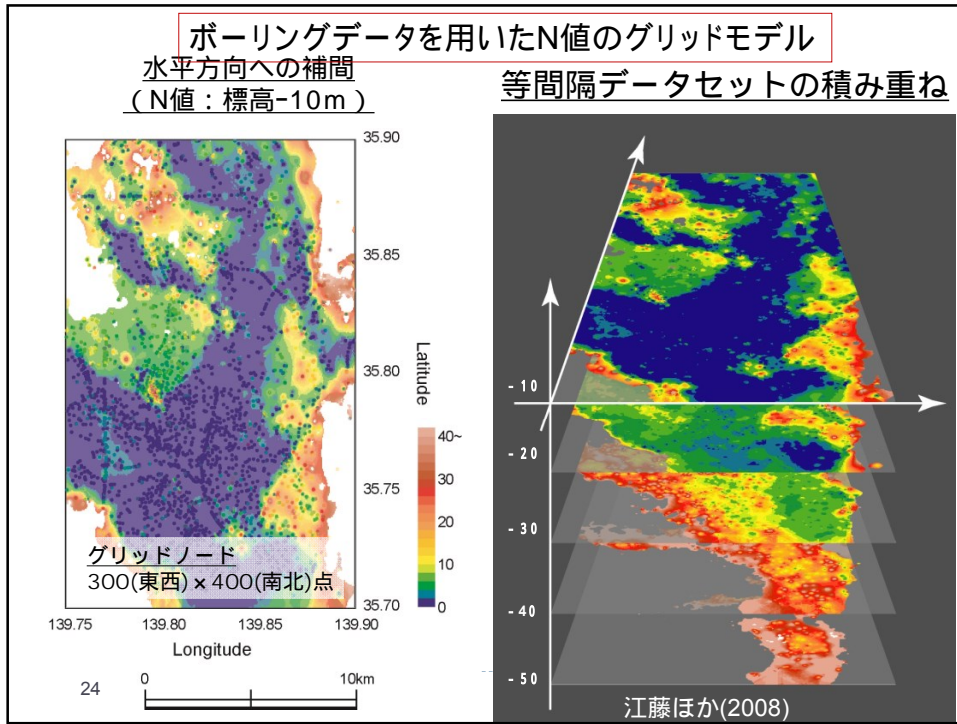
ボクセルモデル構築 の 処理過程

上下2つのボクセルモデル の合成処理



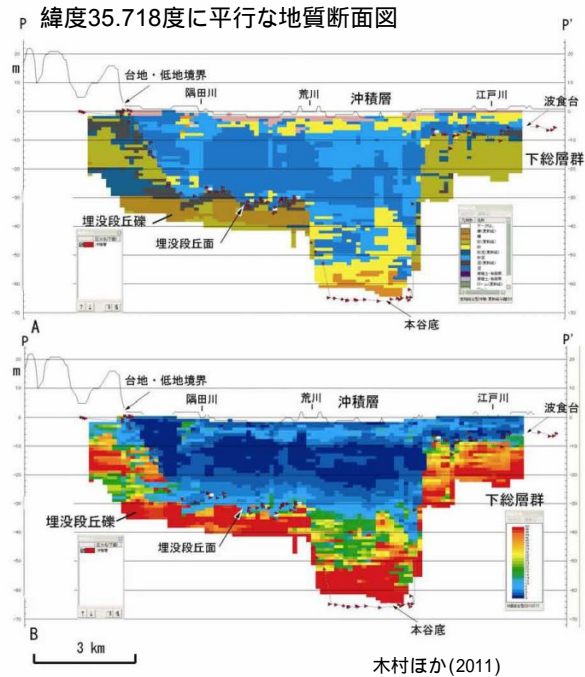
▶





土質とN値の ボクセルモデル

沖積層基底面モデルで
2分してそれぞれ別途に
計算処理して求めた
ボクセルモデル
: 地層境界での土質・
物性の急変を示す。



4 . 地盤モデル構築の指針

第一

- ・ ボーリングデータベース整備と品質確認
地元自治体・学協会との連携
- ・ 地下地質構造の標準となる調査研究データの整備
既存研究の集約と研究調査の実施

第二

- ・ 各平野地域における主要地質境界面モデルの作成
沖積層, 第四系基底面, 活断層など
- ・ 地質境界面で制御したボクセルモデルの作成

第三

- ・ 地震動・液状化・地下水など目的に応じた
地盤モデルの作成
- ・ 地盤モデルのシミュレーション結果の問題点を
第二のモデルに反映させる。

参考文献リスト

- 江藤稚佳子・石原与四郎・田辺 晋・木村克己・中山俊雄(2008)
ボーリング柱状図資料を用いた N 値と岩相お3次元分布モデル - 東京低地北部における沖積層の例 - . 地質雑, **114**, 187-199.
- 木村 克己・花島 裕樹・石原 与四郎・西山 昭一(2013)
埋没地形面の形成過程を考慮したボーリングデータ補間による沖積層基底面モデルの三次元解析: 東京低地北部から中川低地南部の沖積層の例.
地質雑, **119**, 537-553.
- 木村克己・石原与四郎・根本達也・康 義英(2011)
沖積層の三次元グリッドモデルとその作成手法(概要) - 東京低地北部から中川低地南部の例 - . 地質調査総合センター研究資料集, no.539, 29p.

ASTERGDEM2 及び SRTM-3DEM から作る精密傾斜量図について —地質情報との関連において—

井上 誠*, 矢島太郎**, 三石真祐瞳**, 両角春寿**

The technique to make out the precise slope gradation image by Digital Elevation Model of ASTERGDEM2 and SRTM-3DEM —The relation with the geological information—

Makoto INOUE*, Taro YAJIMA**, Mayumi MITUIISHI**, Haruhisa MOROZUMI**

*地球情報・技術研究所 Global Info-tec ,1-11-6 Kizaki, Urawa-ku, Saitama City, 330-0042, Japan.
E-mail:m_ino_ue@nifty.com

** (独) 石油天然ガス・金属鉱物資源機構 JOGMEC, 10-1, Toranomon 2-chome, Minato-ku, Tokyo, Japan

キーワード: DEM, フィルター, 傾斜量図, 地質情報, 地形解析

Key words: DEM, filter, slope gradation map, geological information, geomorphic analysis

1. はじめに

現在, 国土交通省国土地理院から国土基本情報として日本国全土の10mDEM (Digital Elevation Model) がインターネットで公開され, 5mDEM も順次公開されている。また, SRTM3-DEM(90mDEM)及びASTERGDEM2(30mDEM)が地球規模でデータ公開されている。これらのDEMを加工することにより, 地形情報, 地質情報, 防災関係情報を得ることが可能になった。

国土地理院から提供されている各種のDEMは, 国内において多くの技術者によりその利活用方法が研究されてきた。例えば岩橋(1992)はDEMから火山と地形条件図の作成方法を研究した。野上(1999)は50mDEMを使用して地形計測と地質の関係を明らかにした。土木研究所(2006, 2009)は危険道路斜面の自動抽出法, 地滑り危険斜面の自動抽出法を開発した。翠川ら(1995)はDEMを使用して地震ハザードマップを作成し, 若松ら(2004)は全国の地形・地盤分類のメッシュマップを作成した。神谷ら(1999)及び田中ら(1995)は傾斜量図から各種地形判読技術を開発した。井上ら(2001)は傾斜量図の各種適用方法について研究し, 井上・若林(2002)では傾斜量図と各種地形解析結果の合成手法について提案している。また, 脇田・井上(2011)は, 地質と傾斜量図を対比して傾斜量図が地質の判読に役立つことを示している。

リモートセンシング技術を利用して作成されたDEMには衛星軌道のゆらぎ, 大気の影響, 測定時期の関係から標高データにゆらぎがある。この標高データのノイズ除去方法についてSRTM-3DEMに関しては井上・矢島(2010), ASTERGDEM2に関しては井上・矢島(2012)が報告している。

本報告では, SRTM-3DEM及びASTERGDEM2のノイズ特性の違い及びノイズ除去方法について述べ, ノイズの少ないDEMから作成した傾斜量図からどの程度の地質情報を判読できるかについて述べる。

2. DEMから得られる情報

国土地理院が公開している国土基盤情報のDEMを利用して地形解析を行うことができる。また, フィルター処理を行ったSRTM-3DEMやASTERGDEM2においても地形解析が可能である。

これらのデータの内, 地質要素に関係するものを下記に示す。

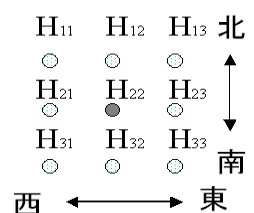
- 1) 標高 (等高線図, 高度分散量図など)
- 2) 傾斜 (傾斜度 (勾配) 図, 傾斜量図など)
- 3) 起伏 (起伏量図)
- 4) 浸食度 (開析度図, 接峰面図, 接谷面図, 開度図など)
- 5) 地質構造 (傾斜面方位図, 傾斜量図, 水系図など)

これらは, 地層の硬さ, 風化の仕方, 浸食の仕方など地層の特性により異なった地形が形成された。特に, 傾斜量図は, エッジ強調した地形情報と傾斜量に応じた濃淡画像として表示されるため, 地質情報の判読に最も適している。

例えば, チャート・石灰岩・安山岩類の火山・変成岩類は急傾斜地を造り, 花崗岩類は緩やかな斜面を造る。新第三系は, 古第三系より斜面の傾斜は緩く, 比較的起伏の少ない地形を造る。硬岩・軟岩・変質帯・断層帯・変成作用を受けた岩などと地形の関係を調べることで, 地形情報からその地域を構成する岩石の特徴を知ることが可能である。その結果, 地形解析結果のどの情報をどのように組み合わせるかで, その地域がどんな岩石から構成されているが見えてくる。

3. 傾斜量図

傾斜量図は, 傾斜図 (勾配図) が真の傾斜 (勾配) を示すのと異なり, 画像処理におけるエッジ強調フィルターとして利用さ



第1図 データの配列

れているデータウェイトを各標高データに与えて東西方向及び南北方向の傾斜量を計算する。

第 1 図に示すデータ配列の場合、中心点H₂₂における東西方向の傾き S_x と南北方向の傾き S_y は、Prewitt オペレーションでは下式でもとめられる。

求められた S_x, S_y から次式で傾斜量 S を計算する。

傾斜量図は、1 種のフィルター処理法であり、用途に応じて様々な計算方法が提案されているここでは代表的な計算式のみを示した。

$$S_x = \frac{(H_{11}+H_{21}+H_{31}) - (H_{13}+H_{23}+H_{33})}{6D_x}$$

$$S_y = \frac{(H_{11}+H_{12}+H_{13}) - (H_{31}+H_{32}+H_{33})}{6D_y}$$

$$S = \sqrt{S_x^2 + S_y^2}$$

4. SRTM-3DEM と ASTERGDEM2 のノイズ特性

第 2 図に SRTM-3DEM と ASTERGDEM2 の標高断面図を示す。SRTM-3DEM は、標高の振幅が 5m 程度であるのに対して、ASTERGDEM2 では標高振幅は 15m と大きく、スパイクノイズが目立つのが大きな特徴である。この標高の振れを除去して安定な曲線にするためにフィルター処理を行う。SRTM-3DEM のノイズ除去は、一般的に使用されている線形フィルターで処理できるが、ASTERGDEM2 に線形フィルターを適用してもスパイクデータの影響を強く受けて滑らかな曲線にはならない。

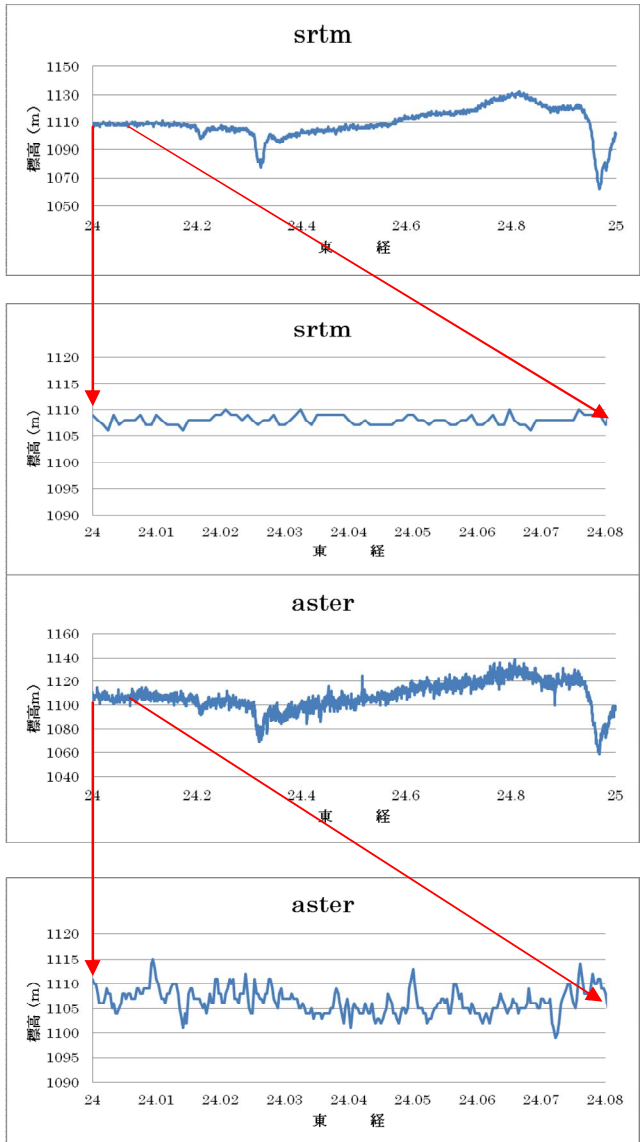
SRTM-3DEM のノイズ除去方法としては、適応化平滑化フィルターまたは 2 次・3 次多項式適合平滑化フィルターを適用することでノイズはほぼ完全に除去できる。(井上・矢島 2011) しかし、この方法を ASTERGDEM2 に適用しても全く効果がなかった。ASTERGDEM2 のノイズを除去するためにはスパイクノイズをどのように除去するかが最大の課題であった。これを解決する方法として、ASTERGDEM2 のスパイク特性を詳しく分析し、スパイクノイズだけを除去するアルゴリズムを考案した。この論理フィルターを使用して、通常データから大きくずれるスパイクノイズを除去して SRTM-3DEM の生データに近い状態にした後に線形フィルターを適用することでノイズ除去に成功した。

DEM に対して線形フィルターを適用する場合には、DEM の行または列方向のデータを等間隔にサンプリングされた時系列データと見なしてフィルター処理を行う。

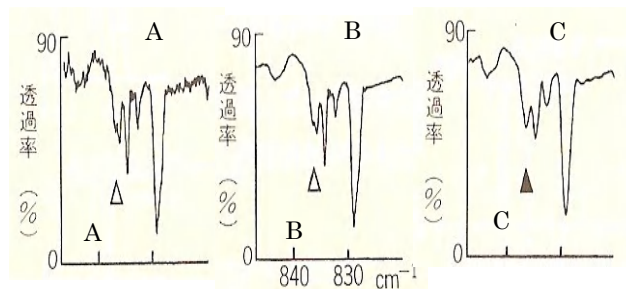
第 3 図に今回使用した適応化平滑化フィルターと 2 次・3 次多項式適合平滑化フィルターの特徴を説明する図を示した。適応化平滑化フィルターは、指定されたデータ区間で分散を計算し、分散値が閾値を超えた場合にデータ区間中央の値を区間平均値に置き換えるフィルターである。このフィルターの特徴は、データのバックグラウンドにある細かいノイズを除去するが、ピーク値に変化を与えない。第 3 図の白抜き三角マークで示したピーク値が維持されていることがわかる。

2 次・3 次多項式適合平滑化フィルターは、データ区間内のデータに対して 2 次多項式または 3 次多項式を重み付き最小二乗法で近似し、データ区間中央部の値を多項式により計算された値に置き換える方法である。このフィルターの特徴は、ノイズが多い場合でも信頼性の高い値を推定するが、第 3 図の黒三角マークで示したようにピーク値が平滑化される欠点がある。ピーク値への影響はデータ区間の取り方で大きく左右される。データ区間を大きくすると平滑化の効果が大きくなる。

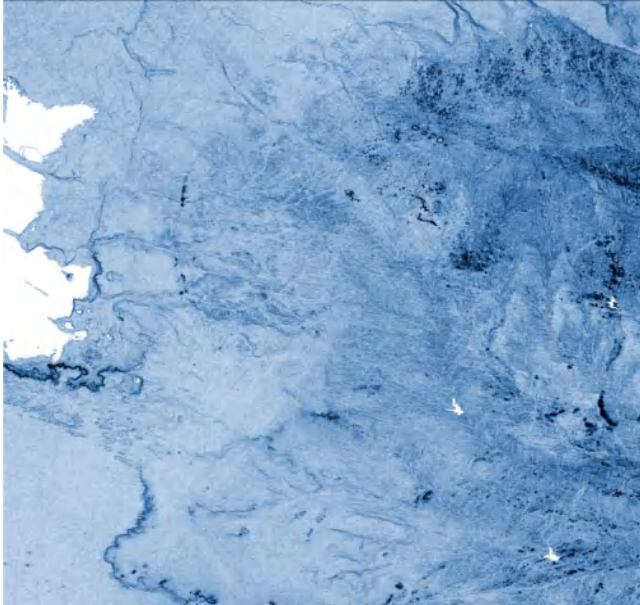
線形フィルターを適用する場合、ノイズの特性に合ったデータ区間とフィルター処理を行う順番が大きな鍵となる。線形フィルター処理後、重み付き移動平均で面的または線方向に処理すると更に細かいノイズを除去することができる。フィルター処理の目的は、データが持っている地形情報に対してできるだけ平滑化の影響を与えないように処理することが重要である。



第 2 図 SRTM-3DEM と ASTERGDEM2 の標高断面図
下の図は矢印範囲の拡大図である。



第 3 図 フィルターの特性
アンモニア・ガス吸収スペクトルの例 (南 1986)
A : 生データ B : 適応化平滑化フィルター
C : 2 次・3 次多項式適合平滑化フィルター



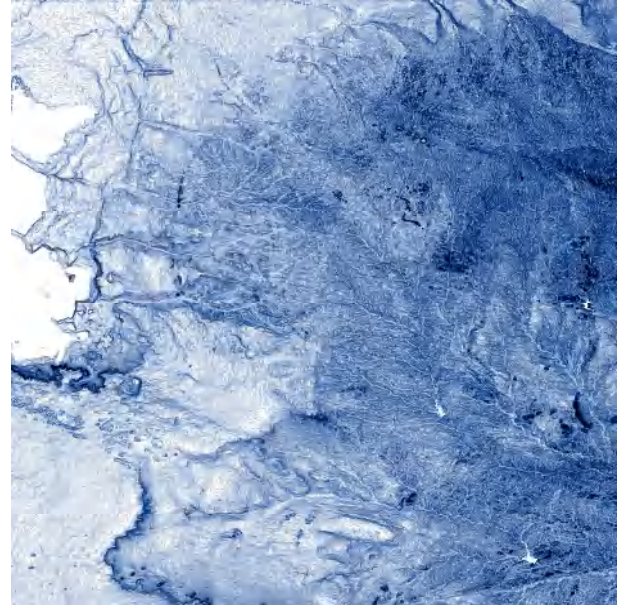
第4図 SRTM-3DEMから作成した傾斜量図（ネガ画像）
フィルター処理なし（20-22° S26-25° E）

第4図にSRTM-3DEMの生データから作成した傾斜量図（ネガ画像）を示す。第5図は、2種類の線形フィルター処理後に5×5の重み付き面的移動平均処理を行ったDEMで作成した傾斜量図（ネガ画像）である。第6図は、同じ範囲の地質図である。第5図は、第4図に比べて画像がシャープになり、軌道ノイズや細かい点状のノイズが消えているのがわかる。しかしながら、生データの右下2ヶ所のダム湖（白色の部分）があるが、フィルター処理後の画像ではその形状が全く変化していないことに注目して頂きたい。言い換えると、ノイズは除去できているが地形的な情報にはほとんど影響を与えていないことがわかる。画像がシャープになったことから、地質図に見られるWNW-ESE方向の岩脈（緑の線）や花崗岩類（ピンク系の色）分布状況が判読できる。

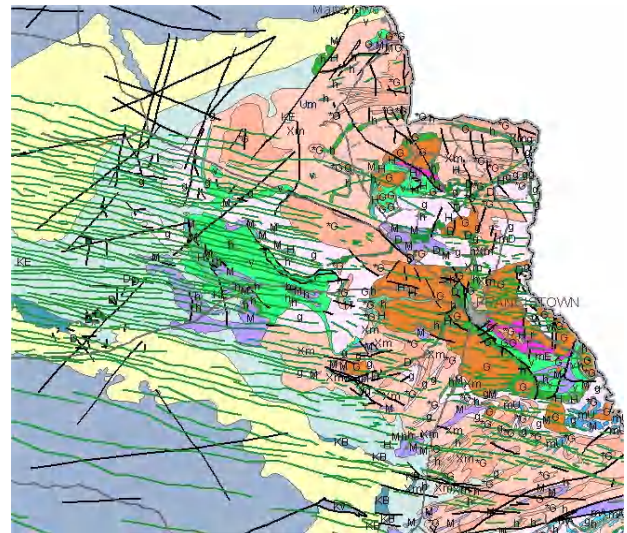
第7図は、国土基盤情報10mDEMから作成した30mDEMを使用して作成した傾斜量図（ネガ画像）、第8図はSRTM-3DEM(90m)、第9図はASTERGDEM2(30m)から作成した傾斜量図（ネガ画像）である。範囲は全て同じであり、42-43° N 141-142° Eである。ノイズの少ない国土基盤情報30mDEMの傾斜量図と比較してみるとSRTM-3DEMとASTERGDEM2から作成した傾斜量図にはほとんどノイズの影響がないことがわかる。

5. 地質表現

第10図は、井上・若林（2002）で発表したDEMから作成した地形解析結果の要素をカラー成分としてカラー合成

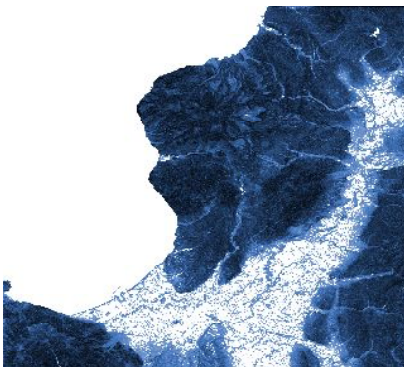


第5図 SRTM-3DEMから作成した傾斜量図（ネガ画像）
線形フィルター処理（20-22° S26-25° E）

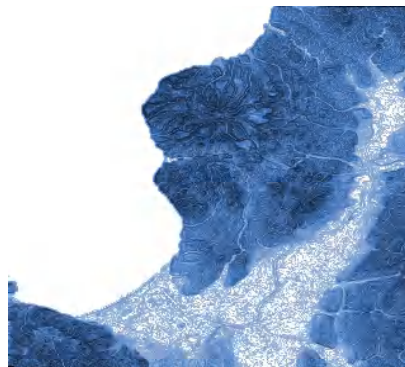


第6図 THE PRE-KALAHARI GEOLOGICAL MAP OF
THE REPUBLIC OF BOTSWANA 1997
（20-22° S26-25° E）

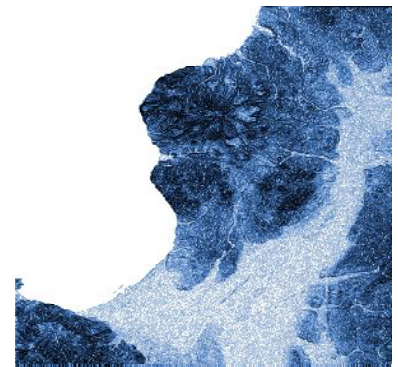
した傾斜量図である。第7図から第9図に示した傾斜量図より分解能が高く、地質表現力が大きくなっていることが第11図の地質図と比較することでよくわかる。特に赤丸で示した範囲では非常に細かい地質構造までを判読することができる。



第7図 国土基盤情報による傾斜量図



第8図 SRTM-3DEMによる傾斜量図



第9図 ASTER GDEM2による傾斜量図

地質が地形を造ったのであるから、同じ地層は、断層や変質を受けない限り同じ地形的な特徴を持つことになる。DEMから地形的特徴をできる限り詳細に解析して、同じ地形的特徴を持つ地層を同じ色で表現するようにルール化すれば、カラー合成することで地質情報のより表現力の高い傾斜量図を作成することが可能となる。

第10図の赤丸の範囲内では、地質図では単一色であるにもかかわらず更に地層が細分化されて表現されている。傾斜量図を基にすることによりエッジ強調した地形と地形解析結果によりカラー合成された色をトレースすることにより更に細かい地層の分布状況を判読することができる。

6. まとめ

現在の地形形状は、オリジナルの地質が長い年月において風化、浸食、造山運動、火山活動を経て造られたものであり、地質の持つ特性毎に特有の地形が造られている。

詳細なDEMが容易に入手できるようになったことから、DEMから地形的特徴をできる限り詳細に解析して、同じ地形的特徴を持つ地層が同じ色で表現されるようにルール化することで、より細かい地質分布の判読が可能になる。

2005年以降、国土基盤情報として日本全国の10mDEMが公開され、5mDEMも順次公開されてきている。これらの高分解能DEMを使用することにより、

- ①細かい地形構造
- ②細かい地質構造

③土石流、地すべり、深層崩壊などの災害跡地の分布など地質情報だけでなく、より身近な防災情報を判読することが可能になった。一方、リモートセンシング技術により作成されたDEMもフィルター技術の開発により、ノイズの少ないDEMを資源探査に利用することが可能になった。リモートセンシングを使った資源探査では、光学系センサーを使用した手法が主流であるが、熱帯雨林帯や雲の多い地域では適用が難しい。DEMを活用した資源探査は、このような地域において有効な探査法になるものと考えられる。

より詳細な事象までを判読できる適切な表示法及び判読し易い傾斜量図の作成方法が今後の課題である。

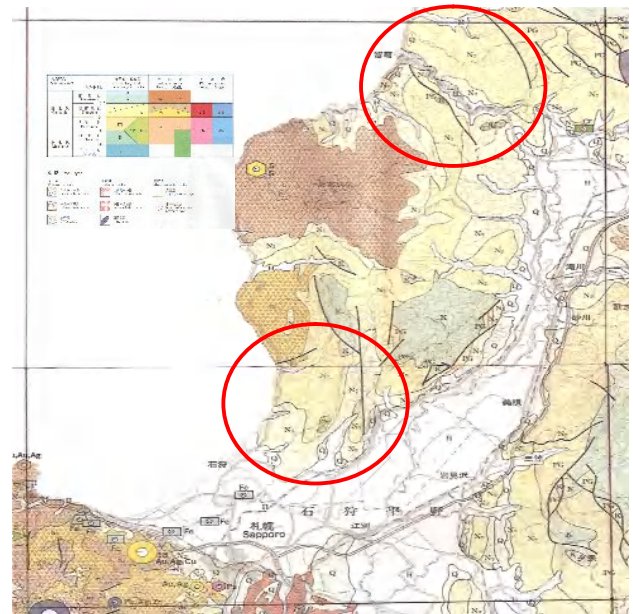
本研究は、「平成24年度アフリカ金属鉱床探査に関する解析技術開発に関する委託業務」による研究成果である。

7. 参考文献

- 関口辰夫・岩崎純子(1992):雲仙岳の地形解析と火山災害予測, 国土地理院時報, No.75, pp.32-36
 岩橋純子(1992):デジタルフィルターを用いた数値地形モデルの地形解析, 情報地質, Vol.3, No.1, pp.31-37
 野上道夫(1999):50m-DEMによる地形計測値と地質の関係, 地理学評論, 72A-1, pp.23-29
 土木研究所(2006):GISを活用した道路斜面のリスク評価に関する共同研究報告書「道路防災点検マップ作成要領(案)」、共同研究報告書第350号
 土木研究所(2009):土木研究所資料地すべり地におけるレーザー測量データ解析マニュアル(案)、土木研究所資料、第4150号
 翠川三郎・松岡昌志(1995):国土数値情報を利用した地震ハザードの総合的評価, 物理探査, 第48巻, 第6号, pp.519-529
 若松加寿江・松岡昌志・久保純子・長谷川浩一・杉浦正美(2004):日本全国地形・地盤分類メッシュマップの構築, 土木学会論文集, No.759/I-67, pp.213-232
 神谷泉・黒木貴一・早田靖博・小田切聡子・政春尋志・田中耕平(1999):傾斜量図の作成とその応用, 情報地質, Vol.10, No.2, pp.76-79



第10図 井上・若林(2002)の手法による地形解析結果からカラー合成した傾斜量図



第11図 1/50万分1 日本鉱物資源図(北海道西部)

- 神谷泉・黒木貴一・田中耕平(2000):傾斜量図を用いた地形・地質の判読, 情報地質, Vol.11, No.1, pp.11-24
 井上誠・伊計秀明(2001)傾斜量図の利用法について, 情報地質, Vol.10, No.2, pp.72-73
 井上誠・若林真由美(2002):数値標高データ(DEM)による地形解析結果の表示法の改良, 情報地質, Vol.11, No.2, pp.60-61
 井上誠・矢島太郎(2010)リモートセンシングデータによるDEMから作成した傾斜量図と地質図との対比について, 資源・素材学会春季大会講演集(I)資源編, 3308, pp.企画-93-企画96
 井上誠・矢島太郎(2012):傾斜量図におけるASTER-GDEM2に対するフィルター効果について, 資源・素材学会春季大会講演集, 3412, pp.355-356
 脇田浩二・井上誠共著(2011):地質と地形で見る日本のジオサイトー傾斜量図でひらく世界一, オーム社
 南繁男(1986):科学計測のための波形データ処理, CQ出版

CIMの現状と将来像について

中田 文雄*, **

The present condition and the future course of CIM
CIM : onstruction Information Modeling/ (Management)

Fumio Nakada *, **

*特定非営利活動法人 地質情報整備活用機構 Geological Information Utilization and Promotion Initiative

URL:<http://www.gupi.jp/> E-mail: nakadafumio@gupi.jp

**川崎地質 株式会社 Kawasaki Geological Engineering Co., Ltd., URL:<http://www.kge.co.jp/> E-mail: nakadaf@kge.co.jp

キーワード : 三次元設計, 三次元地質モデル

Key words : Three-dimensional design, Three-dimensional geological model

JGSI Symposium 2013

1

CIMの現状と将来像について

1. はじめに
2. 国土交通省におけるCIMの検討について
3. CIMにおける地質情報の立ち位置
4. CIM設計のために必要な地質モデルについて
5. おわりに

中田 文雄

(NPO)地質情報整備活用機構/川崎地質(株)

1. はじめに

2

★CIMの理念：

- 対象：公共事業の計画から調査・設計，施工，維持管理，更新に至る一連の過程
- 内容：ICTを駆使して，設計・施工・協議・維持管理等に係る各情報の一元化及び業務改善
- 目的：一層の効果・効率向上を図り，公共事業の安全，品質確保や環境性能の向上とトータルコストの縮減

★CIMの3大要素：

- 対象物の三次元空間形状
- 時間・コストの基本情報，対象物の属性情報
- 維持管理を考慮した計測機器の組み込み等による高度化

注 CIM Construction Information Modeling/(Management)

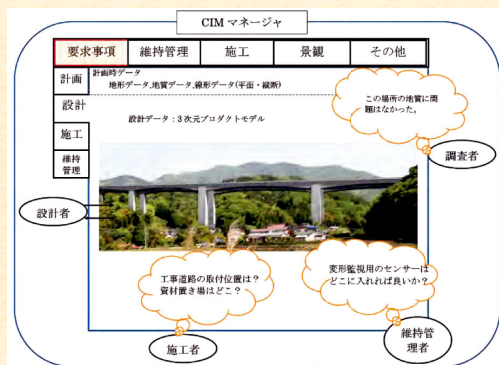
★CIMの技術目標：

- 日本の全てのインフラを情報として定義・構成し，様々な目的で利活用可能とすることの検討
- 3Dモデルの仮想空間に仮想日本を作る

★CIMのマネージャ制度：

- プロジェクトの関係者相互が，プロダクトモデルを確認しながら，相互に意見を交換する場が必要
- このような意見をとりまとめていく事業の推進者

3



出典：建設コンサルタンツ協会 データ連携専門委員会 2012.9.19
CIMの姿「4.5 CIM マネージャ」より

4

★データと属性の更新：

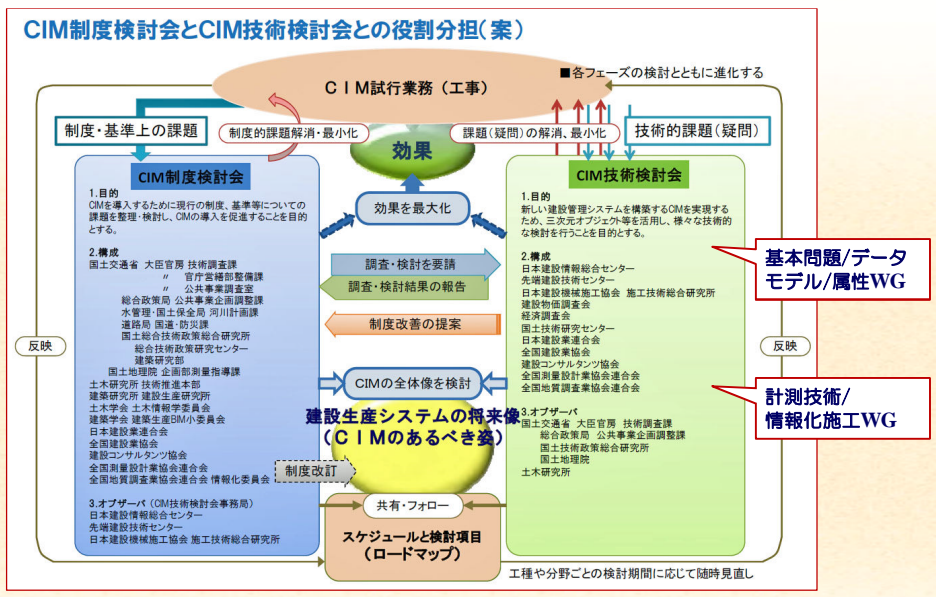
- ・同一のモデルを同時に確認できることから、正確な情報を共有し活用が可能となる



出典：JACIC CIM技術検討会 H24年度報告書 P1-12

5

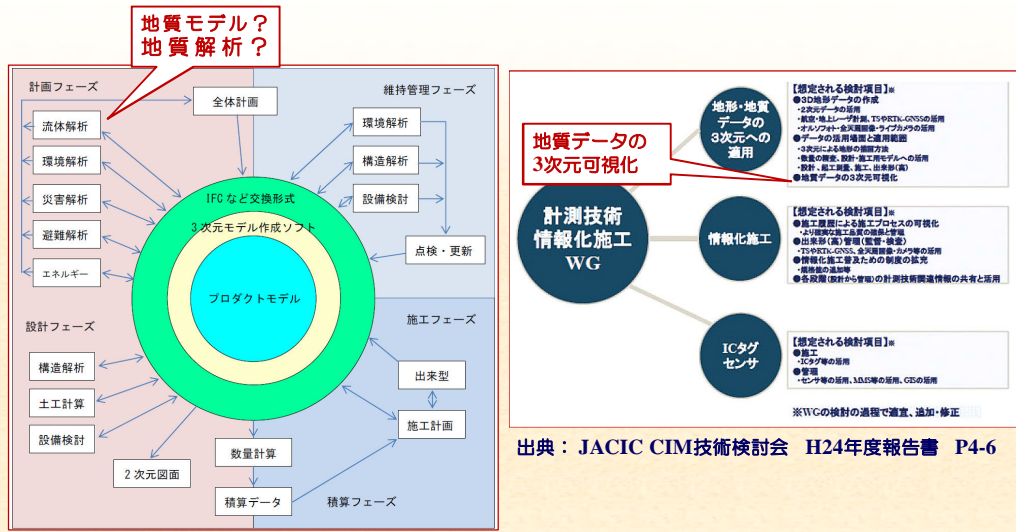
2. 国土交通省におけるCIMの検討について



出典：JACIC CIM技術検討会 H24年度報告書 P4-1, P4-2

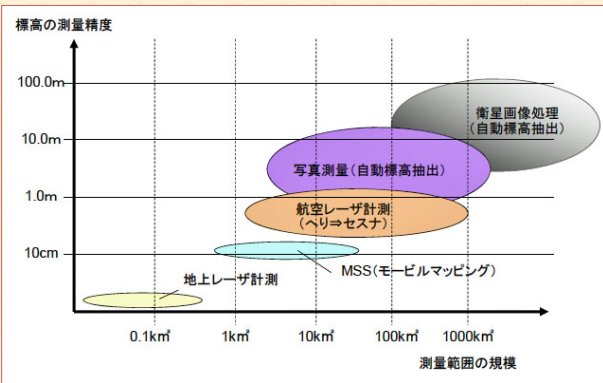
3. CIMにおける地質情報の立ち位置

6



出典：JACIC CIM技術検討会 H24年度報告書 P4-6

出典：JACIC CIM技術検討会 H24年度報告書 P 2-6

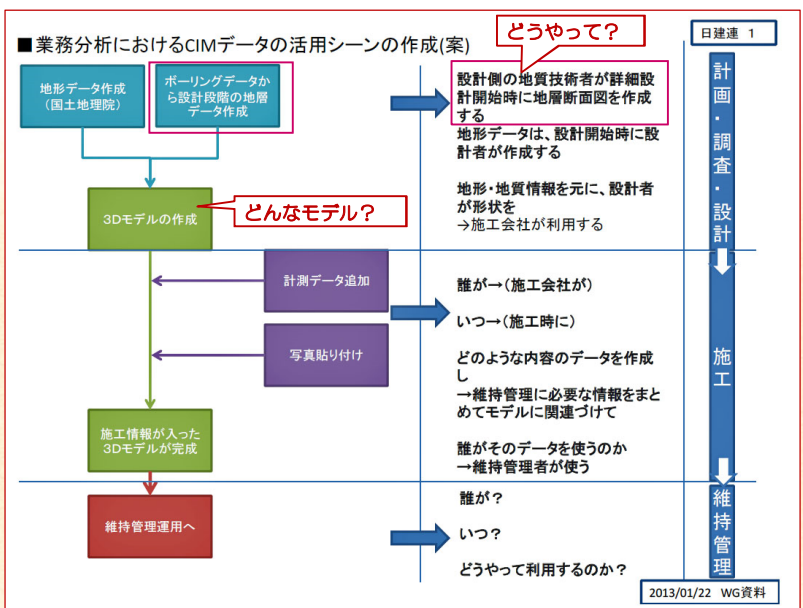


地形・地質データの3次元への適用

- 地形(測量)では、左図のように測量各手法の「CIMへの適用」に関する検討が行われている
- CIMを検討する上で、地質データをどのように扱うか、という議論は始まっていない
- 地質モデルの表現方法(可視化ルール)も定まっていない

出典：JACIC CIM技術検討会 H24年度報告書 P 4-14

7



出典：JACIC CIM技術検討会 H24年度報告書 P 4-29

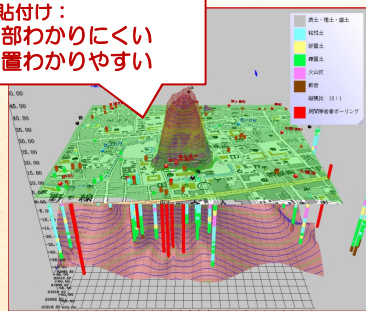
4. CIM設計のために必要な地質モデルについて

☆ CIMは設計図面である

- 3D地質モデルの任意の空間位置が、わかり易くなければならない

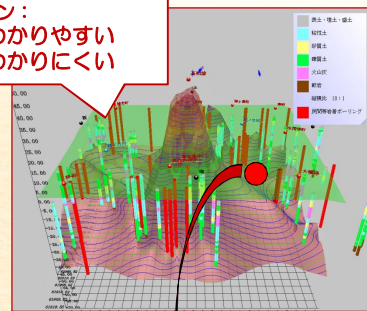
地図貼付け:

- 内部わかりにくい
- 位置わかりやすい



スケルトン:

- 内部わかりやすい
- 位置わかりにくい



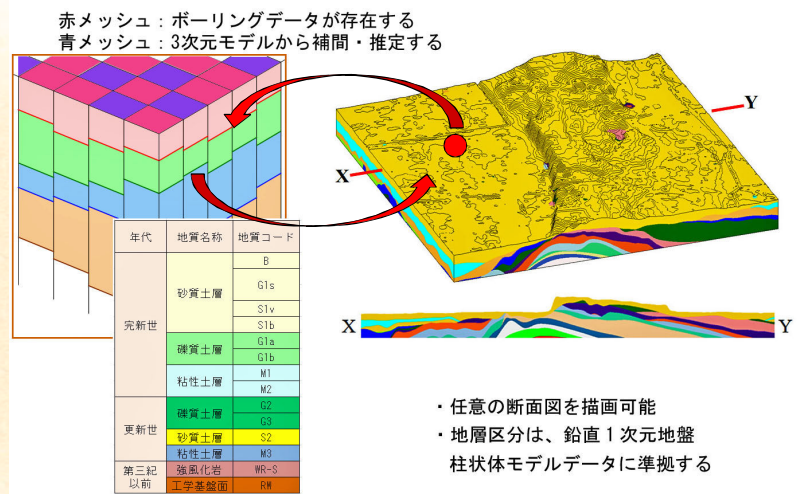
- 平面図(地形図)と3Dモデルを同時に表示し、それぞれにマーカーを設置して、双方同時に移動する仕掛け、などが必要



☆ CIMは設計図面である

10

- 地質モデルの任意の空間位置における土質常数や物理常数が、容易に引き出せることが必要

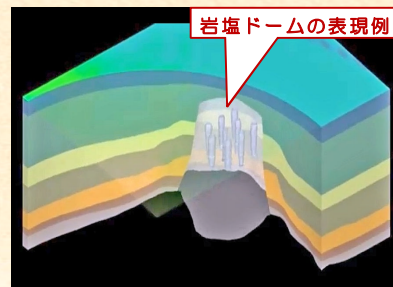
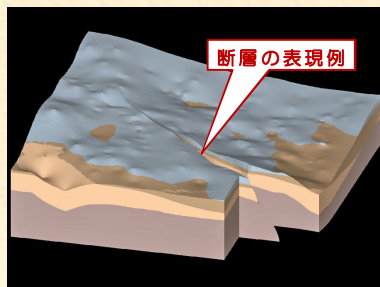


3DMap: Shinji MASUMOTO, Tatsuya NEMOTO, Susumu NONOGAKI, Hiroki TAWARA and Venkatesh RAGHAVAN (2012), A Study on Expression Method for Reliability of Three Dimensional Geologic Model, GIS-IDEAS 2012

☆ 推測領域の正確性の担保は「可能か?」「無理か?」

11

- ボーリング直近はともかく、ボーリング~ボーリング間の地質情報は、地質技術者によるイメージモデルである
 - 3次元物理探査法の併用で、それは可能となるのか?
- ☆ 断層など、不連続面の表現方法はあるのか?
- ☆ オーバーハングやトンネル(空洞・貫入岩体)の内面などを、正確に表現できる方法はあるのか?
- ☆ 3D地質モデルを構築するための統一的なルールは必要か?



出典： <http://www.ctech.com/>

☆地質技術者と3D地質モデルについて

- 地質構造を3D(立体)モデルで想像(イメージング)すること
 - ツール*や 3Dモデリング方法**の特徴を理解すると共に、生成された3D地質モデルの特徴、欠点や精度等を理解すること → 地質構造によっては、3Dで正しく表現できないケースがあり得ると思われる
 - ツールを使いこなす技術の向上に努めるよりも、建設ライフサイクルの下流域に存在する多くのユーザが使いやすい3D地質モデルの構築を心がけること
→ 発注者との協議。オペレーターへの適切な指示
- ※ 将来的には、正確な3D地質モデルを構築できる「専門地質技術者」の養成が必要になるかもしれない

*ツール：3D-CAD やGISソフトなど
** 3Dモデリング方法：ボクセルモデルやコリドーモデルなど

5. おわりに

- ☆ 国土交通省は「CIM」という概念の基に、情報化施工につながる三次元の測量・調査、設計、施工、管理方法を検討している
- ☆ 現段階では、まず「3D地形測量」と「情報化施工」に関する土木工事の現場実証を行っている
- ☆ 次の段階として「3D地質モデルの構築」に関する検討が始まる、と想定されるが、現段階ではその詳細は決まっていない
- ☆ 地質技術者としては、いずれ3D地質モデルの構築が義務づけられると考えると、早めの行動をとる必要があろう

フェーズ	項目	内容	年度イメージ					備考
			H24	H25	H26	H27	H28	
測量・地質調査	データ	測量データのデータ構造のあり方 地形・地質データのデジタル化 デジタル情報の精緻化	[Progress bar from H24 to H28]					
	地盤モデル	特定地域の地盤モデルの標準化方法の検討	[Progress bar from H24 to H28]					
設計	3次元化 (CIMモデル)	3次元モデル作成ツールの開発 電気・通信・機械、3次元モデル作成ツールの開発	[Progress bar from H24 to H28]					
	プロダクトモデル表現方法	土木分野の3次元プロダクトモデル(土木版 IFC-OpenN FRA)の開発、 3Dモデルの表現方法(3D単独図)の開発	[Progress bar from H24 to H28]					
	部品	標準図集の部品化/部品集公開サイトの運用	[Progress bar from H24 to H28]					
	技術要領・基準	3次元モデルを用いた設計に関する要領基準検討	[Progress bar from H24 to H28]					

出典：JACIC CIM技術検討会 H24年度報告書(部分) P5-2

CIMにおける3Dモデルの属性利用について

山根 裕之・椎葉 航・新 良子・小林一郎

The use of 3D model Attribute in CIM

Hiroyuki YAMANE* and Wataru SHIIBA* and Yoshiko ARATA* and Ichiro KOBAYASHI**

*伊藤忠テクノソリューションズ株式会社 ITOCHU Techno-Solutions Corporation, 3-2-5
Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-6080, Japan. E-mail:hiroyuki.yamane@ctc-g.co.jp

**熊本大学大学院自然科学研究科 Graduate School of Science and Technology Kumamoto University,
2-39-1 Kurokami, Chuo-ku, Kumamoto 860-8555, 100-6080, Japan.

キーワード：CIM, 属性, モデル空間

Key words：Construction Information Modeling, attribute, model space

1. はじめに

CIM(Construction Information Modeling)では調査・計画・設計・施工・維持管理のプロセスにおいて3次元モデルを用いて情報を一元的に管理する。各プロセスでは構造、設備、地形地質など様々なモデルを取り扱う。取扱い範囲が広範なため、プロセス全体に渡ってすべてのモデルや属性をあらかじめ厳密に定義しておくことは困難である。そのためプロセスごとにモデルを継承して属性を追加・修正していくことのできる柔軟な仕組みが必要になる。

これらの作業をサポートするシステムとして3次元属性管理ツール「Navis+」を開発した。Navis+は属性を中心にモデルを活用するためのシステムである。システム構築においては、モデルを形状・属性・時間に分け、複数のモデルを共有する場としてモデル空間というものを考えた。モデル空間については小林・野間(2014)が情報共有場としてその重要性を指摘している。本稿では製品の基本コンセプトを中心に紹介する。

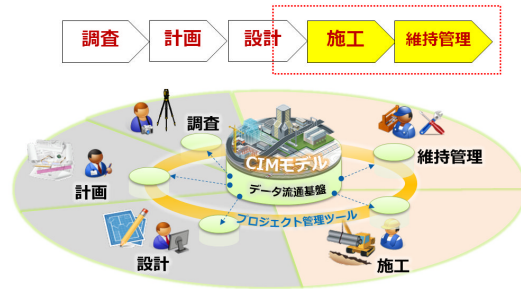
2. モデルの統合・比較・継承・更新

Navis+は設計の設計段階で様々な情報を考慮に入れて、後工程で手戻りのないモデルを構築するというフロント・ローディング的な考え方はではない。逆に施工・維持管理段階においてモデルをどのように効率よく更新していくかという視点が基本的な考え方である(第1図)。これはリア・ローディング的な考え方とも言うことができる。実現するためにはモデルの統合・比較・継承・更新を効率よく行うことが重要である。

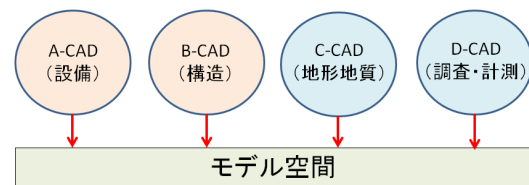
1) モデルの統合・比較

CIMの作業過程で様々な評価や判断をする場合、異なるモデル同士を比較する必要がある。比較するためにはそれぞれのモデルを同じ空間・時間で統合し、共有管理しなければならない(第2図)。統合することで空間的な位置関係や時間的な変化、属性間の関連性の表示・連携などを行うことができる。例えば地形・地質と構造物との位置関係を

比較することや施工状況と計測値の時間変化を同時に評価することなどがある。



第1図 主な利用プロセス



第2図 モデルの統合

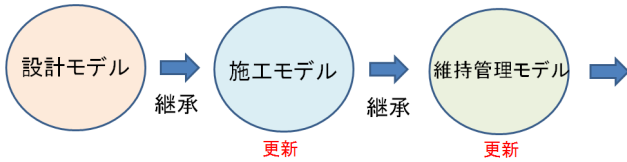
2) モデルの継承

各プロセス(設計, 施工, 維持管理など)ではモデルの利用目的が異なる, 利用目的ごとに有効なモデル形式が選択される。よって同じ対象物のモデルであってもプロセスごとに複数のモデルが存在することになる。モデル作成は手間がかかるため, プロセス移行時に新たにモデルを作成することは非効率である。そのため, プロセス移行時にはモデル間の情報を効率よく継承できる仕組みが重要である。前プロセスのモデルから必要な情報を抽出し, 次プロセスに必要な情報を新たに加えていくことになる。

3) モデルの更新

プロセス内では作業の進行に伴ってモデルに進捗情報,

計測情報，設計変更など新たな入力情報が追加される．それらの情報をモデルに反映し，更新しなければならない．つまり，モデルを静的に捉えるのではなく，時間軸に沿って動的に変化するものとして捉える．特に施工中では実際の工事が進んでいく中で迅速にモデルを更新していく必要がある(第3図)．



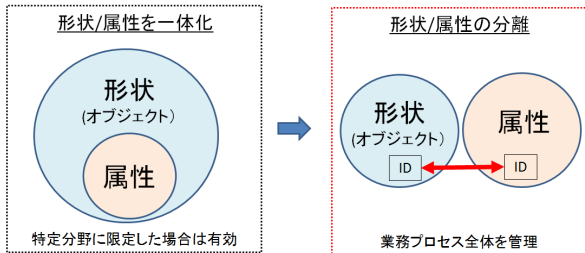
第3図 モデルの継承と更新

3. モデル空間とモデル

モデルを統合・比較するための環境としてモデル空間というものを考える．モデル空間は複数のモデルが統合された空間である．入力情報はこのモデル空間の属性にマッピングされることになる．

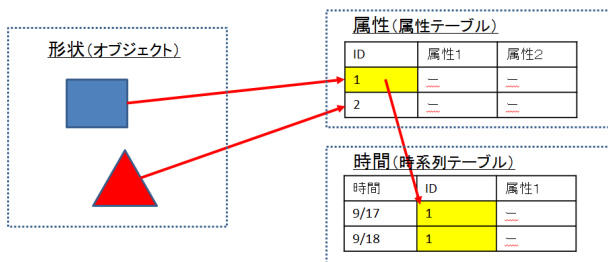
1) モデルの構成

モデル空間に配置するモデルは，形状と属性と時間の3つの情報で構成する．これらの情報は個別に管理され，IDで紐づけられる．プロセス全体を考えてモデルを更新していく場合は，個別に管理する方が有効であると考えている(第4図)．一方，設計などの作業では属性と形状を一体化した処理の方が有効である．



第4図 形状と属性の分離

Navis+では形状は“オブジェクト”，属性は“属性テーブル”，時間は“時系列テーブル”で表現する．形状はCADなどで作成されたオブジェクトの集合体である．属性テーブルは行がオブジェクト，列が属性項目の表形式で表す．オブジェクトは属性テーブルの行に紐づけられている．時系列テーブルは行が時間，列がオブジェクトと属性を表す表になる．オブジェクトの時間ごとの振る舞いを記述することができる．それぞれはIDで結びつけられる(第5図)．



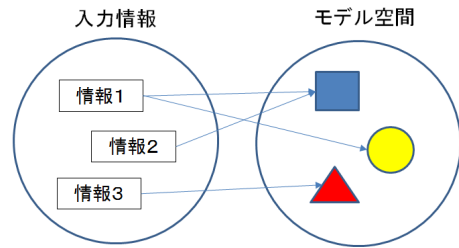
第5図 モデルの構成

2) モデル空間

様々なモデルを統合して共有する場をモデル空間と呼ぶ．モデル空間内に存在するモデルは形状と属性と時間という基準で分類して管理されているため，モデル間の比較や継承，更新を行うことができる．モデル空間内に存在するモデルは地形や構造などの異なる種類のモデルだけではない．目的やプロセスの違いによって同じ対象物でも異なる分割をされている複数のモデルも存在する．

3) モデル空間へのマッピング

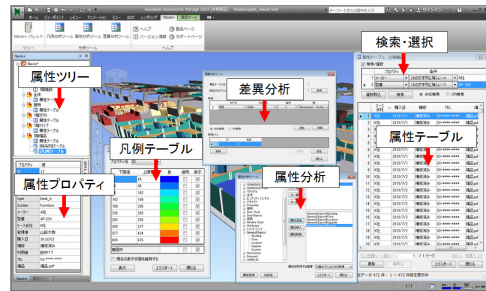
設計情報や計測情報などの入力情報は，モデル空間内に存在するオブジェクトに属性情報としてマッピングする(第6図)．入力情報を加工してオブジェクトの属性項目として紐づける作業を行う．属性項目からオリジナルの入力情報自体を参照することも重要である．入力情報は属性としてモデル空間内で比較・更新を行うことができる．オブジェクトに直接紐づかない情報はオブジェクトのグループやモデル全体，空間全体に属性として紐づける．



第6図 モデル空間へのマッピング

4. おわりに

Navis+で行う作業は大きく準備作業と更新作業に別れる．準備作業では地形・地質や構造物などのモデルをモデル空間で統合する．モデルの属性構造を分析し，必要な属性を追加して作業するためのモデルを準備する．更新作業では属性の更新や形状の更新を行う(第7図)．



第7図 Navis+の作業画面

実際の施工・維持管理現場で運用する場合は，まず管理すべき項目を決め，それに最適なモデルを準備する必要がある．更新作業は現場に負担がなく，簡単に行えるような仕組みにすることが重要になる．

文 献

小林一郎・野間卓志(2012)建設情報の有効利用のための人材運用システムの開発, JACIC 研究助成事業活動・報告, 第2011-03号
山根裕之・椎葉航・新良子(2013)データ/プロセスの視点から見た CIM に関する考察. 情報地質, vol.24, no.2, pp.78-79.

CIM 試行案件の多くで使われた 3次元設計手法と利用例について

西谷 仁*

About the 3D design approach used with many of CIM trial Project,
and the example of use

Makoto Nishiya*

*株式会社 大塚商会 PLM ソリューション営業部 PLM Solutions Sales Department,OtsukaCorporation
2-18-4 Iida-Bashi, Chiyoda-ku, Tokyo 102-8573, Japan. E-mail: Makoto.Nishiya@otsuka-shokai.co.jp

キーワード : CIM , CIM 試行案件、3次元、地形、構造
Key words : CIM, CIM trial Project,3D,Terrain,Structure


CIM試行案件の多くで使われた 3次元設計手法と利用例について

株式会社 **大塚商会**

2013年11月13日

PLMソリューション営業部
西谷 仁


平成24年度CIMモデル業務総括

 大塚商会

Copyright©2013 OTSUKA CORPORATION All Rights Reserved.

平成24年度CIMモデル事業 試行業務一覧

地域	業務名	設計業務内容	試行対象業務内容	試行区分	業務期間
北海道	一般国道40号 天塩町 天塩防災 道路詳細設計業務	道路詳細設計 L=9.6Km	道路詳細設計 L=1.3km	一般 モデル	H25.2
東北	小佐野高架橋 橋梁詳細設計業務	橋梁詳細設計 4橋 橋梁下部工設計 1式 基礎工 1式	Dランプ橋 L=120m	一般 モデル	H25.3
関東	H231C・JCT 本線第一橋梁 詳細設計業務	鋼6径間連続非合成少数鈹桁橋 L=216.55m 橋台1基、橋脚6基	橋梁下部工 1基	一般 モデル	H25.3
関東	24F八王子南バイパス (1工区)構造検討他	交差部検討修正設計 1式 調整池詳細設計 2箇所	調整池 2箇所	一般 モデル	H25.3
関東<追加>	H24中部横断道 入之沢川橋詳細設計	鋼4径間連続細幅箱桁橋 L=259m 橋台2基、橋脚3基	橋脚 1基	一般 モデル	H25.3
北陸	能越自動車道 中波2号跨道橋 詳細修正設計他業務	PC方柱ラーメン橋 2橋 工事用道路設計 L=1.3km 仮橋設計 4橋	PC方柱ラーメン橋 1橋(L=73m)	先導 モデル	H25.3
中部	H24 155号 豊田南BP横山地区 道路詳細設計業務	道路詳細設計 L=1.21Km 他 箱型函渠:W9.5*H5.5.2箇所 重力式擁壁H4.2~0.5.7箇所 補強土壁:H7.7~0.5.6箇所	道路詳細設計 L=0.14Km 箱型函渠:W9.5*H5.5.1箇所	先導 モデル	H25.3
近畿	国道161号安曇川地区 橋梁修正設計業務	ポータルラーメン橋修正設計L=14.6m 他 修正設計2橋	ポータルラーメン橋修正設計 L=14.6m	一般 モデル	H25.3
中国	H24安芸バイパス八本松IC橋詳細設計業務	鋼単純合成箱桁橋: 1橋 L=50.5m 橋台2基 鋼単純合成鈹桁橋: 1橋 L=38.0m橋台2基	橋台 2基 (鋼単純合成鈹桁橋)	一般 モデル	H25.3
四国	平成24年度 立江柳測軟弱地盤対策検討 業務	軟弱地盤解析 1式 対策工法詳細設計 1式	軟弱地盤の 盛土管理	一般 モデル	H25.3
九州	福岡201号 筑豊鳥尾トンネル(下り線)詳細設計業務	トンネル詳細設計 L=1.5km	トンネル詳細設計 L=1.5km	一般 モデル	H25.5

 大塚商会

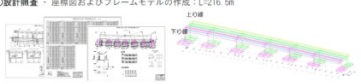
Copyright©2013 OTSUKA CORPORATION All Rights Reserved.

関東地方整備局 高架橋橋梁下部工


2012年度CIM試行業務

■作成したCIMモデル

①設計調査 - 座標図およびフレームモデルの作成：L=216.5m



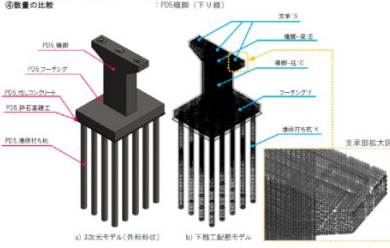
②設計調査 - 下部工モデル化（外形形状）：橋脚12基（別途橋台1基）
上部工モデル化（外形形状）：上下線



■補足・部実資料

■作成したCIMモデル

③鉄筋干渉の確認 - 下部工配筋モデル化：P55橋脚（下り線）
④数量の比較：P55橋脚（下り線）



図面
検査路

受注者

・八千代エンジ

評価	
平均値	4.9/5
項目数	9

使用ソフト

- ・ Civil 3D
- ・ Revit Structure
- ・ InfraWorks
- ・ Navisworks M
- ・ kolg（情報共有）

検証事項

- ・ 鉄筋干渉チェック
- ・ 数量計算
- ・ 情報共有

課題

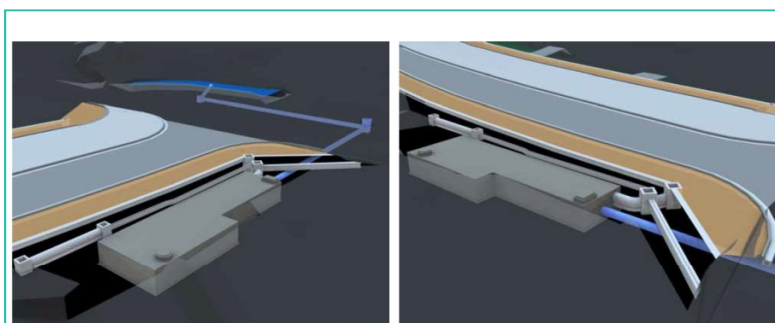
- ・ セキュリティ調整



Copyright©2013 OTSUKA CORPORATION All Rights Reserved.

関東地方整備局 道路付帯調整池

2012年度CIM試行業務



調整池

受注者

・ 中央復建

評価	
平均値	3.5/5
項目数	9

使用ソフト

- ・ Civil 3D
- ・ Revit Structure
- ・ InfraWorks
- ・ Navisworks M

検証事項

- ・ 干渉チェック
- ・ 土被りチェック
- ・ 情報化施工データ
- ・ 数量計算

課題

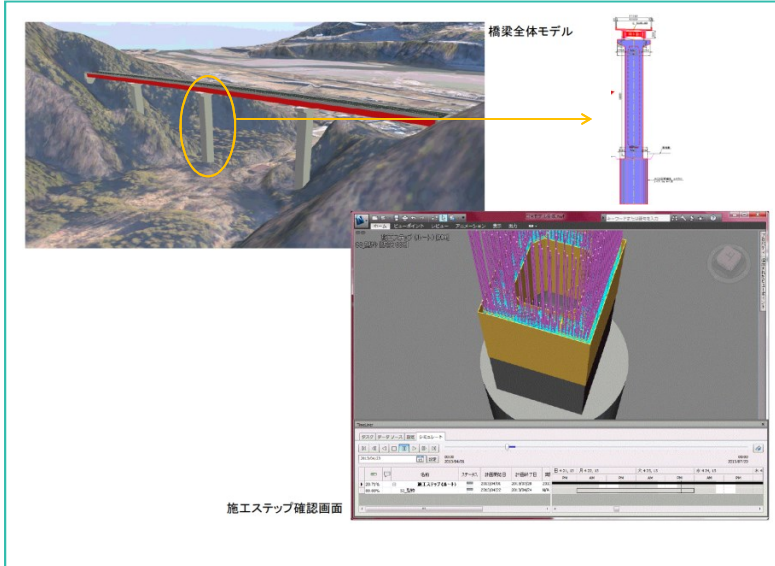
- ・ 3Dモデル作成手間
- ・ 鉄筋加工図困難
- ・ 数量算出困難箇所



Copyright©2013 OTSUKA CORPORATION All Rights Reserved.

関東地方整備局 橋梁詳細設計

2012年度CIM試行業務



受注者

・大日本コンサル

評価	
平均値	2.5/5
項目数	2

使用ソフト

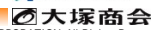
- ・ Civil 3D
- ・ Revit Structure
- ・ Navisworks
- ・ InfraWorks

検証事項

- ・ 施工ステップの可視化による施工上の課題を早期発見

課題

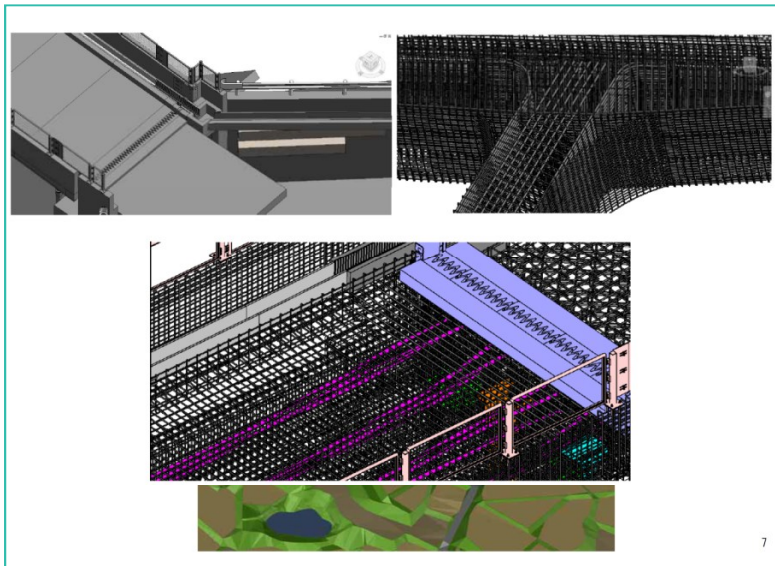
- ・ 作業量が見合わない



Copyright © 2013 OTSUKA CORPORATION All Rights Reserved.

北陸地方整備局 PC跨道橋詳細設計（先導）

2012年度CIM試行業務



受注者

・ PCKK

評価	
平均値	4.6/5
項目数	17

使用ソフト

- ・ Revit Structure
- ・ AutoCAD
- ・ aun Innovation Hub
- ・ aun Walker
- ・ Rhinoceros

検証事項

- ・ 干渉チェック
- ・ 施工手順チェック

課題

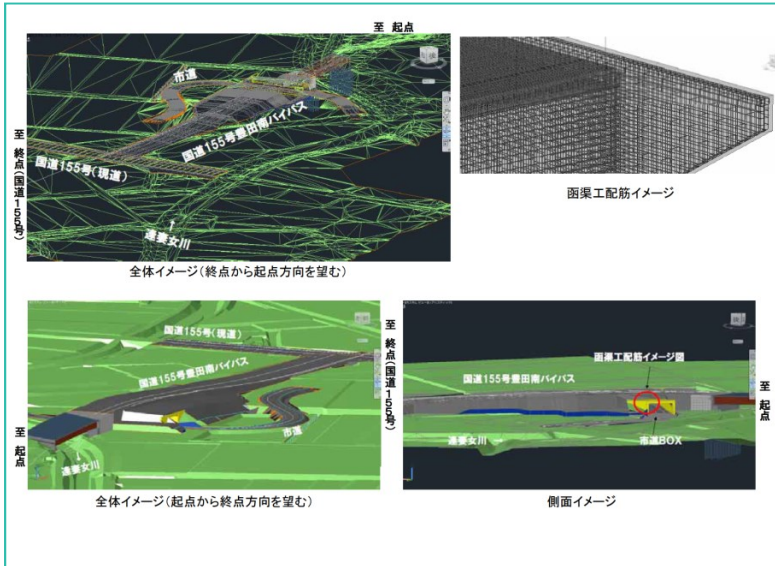
- ・ 積算区分手間
- ・ 教育・費用
- ・ 橋梁DBとの連携



Copyright © 2013 OTSUKA CORPORATION All Rights Reserved.

中部地方整備局 道路詳細設計 (先導)

2012年度CIM試行業務



受注者

・オリエンタルC

評価	
平均値	2.0/5
項目数	5

使用ソフト

- ・ Revit Structure
- ・ Civil 3D
- ・ EX-TREND武蔵

検証事項

- ・ 配筋手順確認
- ・ 情報化施工データ
- ・ 交差点視認性確認

課題

- ・ 平坦地測量3D化
- ・ 配筋手間

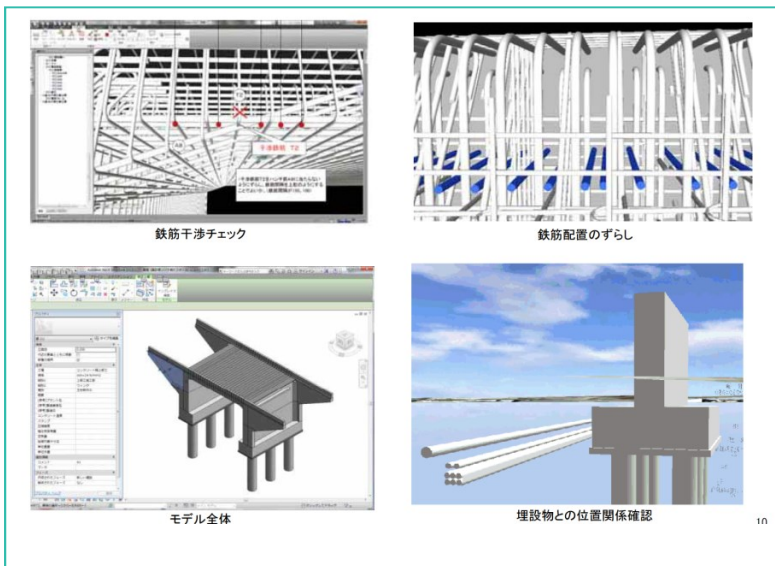
AUTODESK

大塚商会

Copyright©2013 OTSUKA CORPORATION All Rights Reserved.

近畿地方整備局 橋梁詳細設計

2012年度CIM試行業務



受注者

・大日本コンサル

評価	
平均値	4.2/5
項目数	11

使用ソフト

- ・ Civil 3D
- ・ Revit Structure
- ・ InfraWorks
- ・ Navisworks M

検証事項

- ・ 鉄筋干渉チェック
- ・ 数量自動算出
- ・ モデルから図面出
- ・ 施工計画

課題

- ・ 最適ツールの選択
- ・ 基盤地図の精度

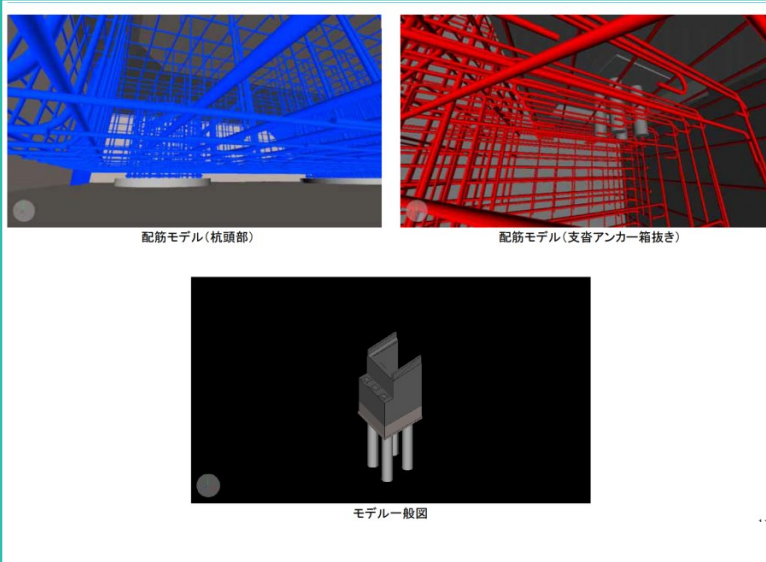
AUTODESK

大塚商会

Copyright©2013 OTSUKA CORPORATION All Rights Reserved.

中国地方整備局 橋梁詳細設計

2012年度CIM試行業務



受注者

・新日本技術

評価	
平均値	3.0/5
項目数	5

使用ソフト

・Civil 3D
 ・Revit Structure
 ・InfraWorks
 ・Navisworks

検証事項

・鉄筋干渉チェック
 ・数量計算
 ・施工計画照査

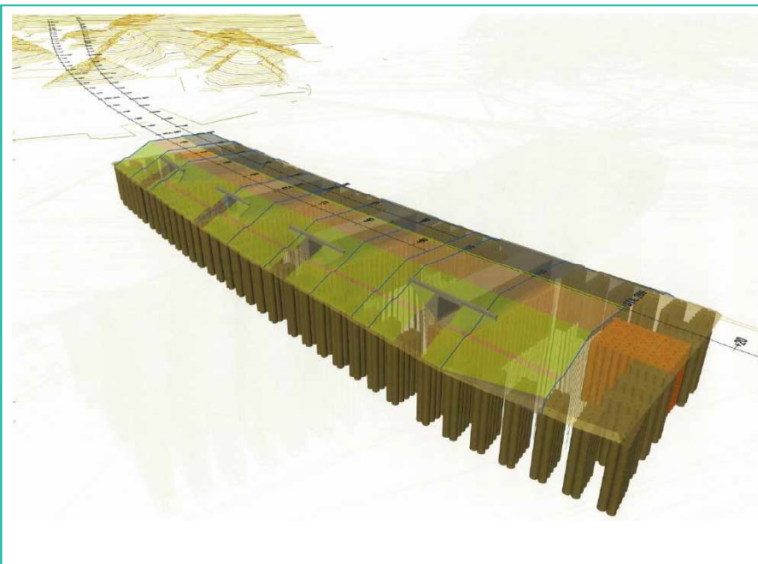
課題

・鉄筋加工図でR表現
 ・干渉の対処方法

Copyright©2013 OTSUKA CORPORATION All Rights Reserved.

四国地方整備局 道路盛土地盤改良

2012年度CIM試行業務



受注者

・エイト日技

評価	
平均値	3.3/5
項目数	10

使用ソフト

・Civil 3D
 ・Navisworks
 ・Georama for C3D

検証事項

・施工管理用データ生成
 ・パネルダイアグラム

課題

・モデル構築手間
 ・3D数値表示難解
 ・業務になじまない

Copyright©2013 OTSUKA CORPORATION All Rights Reserved.

九州地方整備局 トンネル坑口

2012年度CIM試行業務

受注者
・千代田コンサル

評価	
平均値	4.0/5
項目数	1

使用ソフト
・Civil 3D
・Revit Structure
・InfraWorks
・Navisworks M

検証事項
・坑口部検討
・支保工検討

課題
・業務実施中

Copyright©2013 OTSUKA CORPORATION All Rights Reserved.

CIM試行案件：検証項目まとめ

- 設計打ち合わせ
- 地盤データ確認
- 一般図（モデル）作成
- 構造物設計
- 付属物・付帯物設計
- 数量計算
- 作図・図化
- 設計照査
- 仮設・施工計画

の 9 項目で検証

Copyright©2013 OTSUKA CORPORATION All Rights Reserved.

CIM試行案件：検証結果まとめ

高い評価

- 相互理解の促進
- 設計意図や条件確認
- 不整合箇所の判明
- 自動干渉チェック

効果が低い

- 作図・図化：寸法線の追加など

課題

- 精密な3次元モデル作成・属性ルール
- 数量計算の準備としての作業増加
- 算出結果の根拠が確認できない

CIM対応ソフトウェア

CIM対応ソフト 導入のポイント

地形の3次元化



- 必ずベースとなる3次元地形を作成する必要がある
- 簡単に3次元地形を作成

構造（橋梁）モデル化



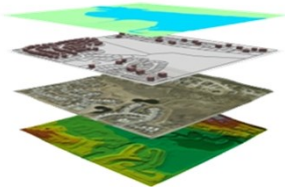
- 構造物の複雑な取り合い、干渉チェック
- 属性情報の活用

視覚化・可視化

- プロジェクト全体を3次元で視覚化することで関係者とのコミュニケーションがアップ
- 発注者側との確認・合意形成

CIM対応ソフト 導入のポイント

地形の3次元化



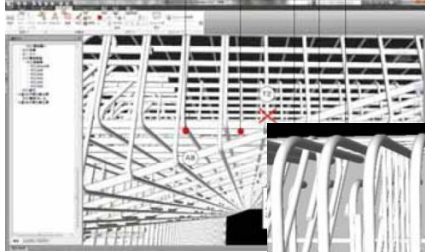
- 国土地理院から無償提供
「基盤地図情報」
- 等高線、数値地図
- 航空写真、衛星画像
- 測量データ
- GISデータ

都市規模で3次元地形を

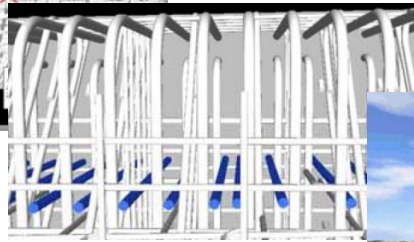
“簡単”に作成 **“さらに”**

CIM対応ソフト 導入のポイント

構造（橋梁）モデル化

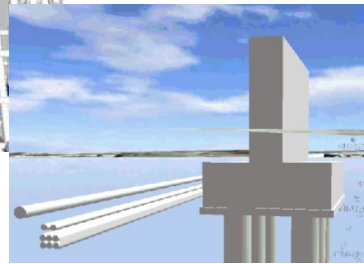


干渉チェック



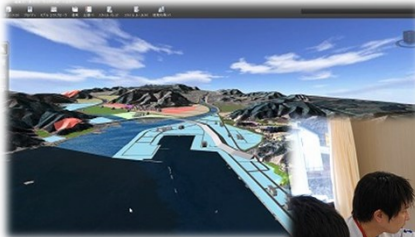
配置調整

位置関係チェック



CIM対応ソフト 導入のポイント

視覚化・可視化



統合モデル



合意形成

モバイル環境で確認



Autodesk Infrastructure Design Suite 2014

Autodesk Infrastructure Design Suite 2014 は、
土木・インフラストラクチャ業界向けの BIM/CIM ソリューションです。



3つのエディション

- > Standard
- > Premium
- > Ultimate

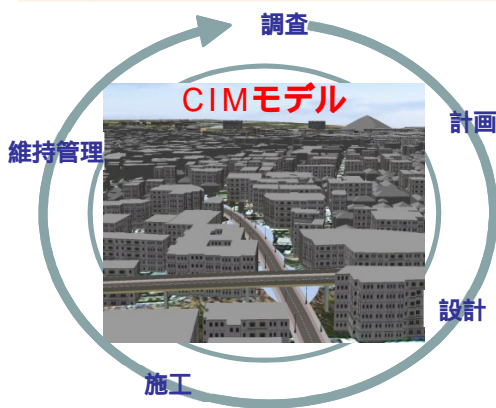
Infrastructure Design Suite 2014 エディション	Standard	Premium	Ultimate
含まれるソフトウェア			
AutoCAD	✓	✓	✓
AutoCAD Map 3D	✓	✓	✓
AutoCAD Raster Design	✓	✓	✓
Autodesk ReCap	✓	✓	✓
Navisworks Simulate	✓	✓	
Revit Structure		✓	✓
AutoCAD Utility Design		✓	✓
AutoCAD Civil 3D		✓	✓
Autodesk InfraWorks		✓	✓
3ds Max Design		✓	✓
Navisworks Manage			✓
Robot Structural Analysis Professional			✓
Revit			✓
モジュール (*は、Subscriptionユーザのみ)			
Bridge Module *		✓	✓
Geotechnical Module *		✓	✓
Rail Layout Module *		✓	✓
River and Flood Analysis Module *			✓
Roads and Highways Module for InfraWorks			✓

PremiumとUltimateは64bitのみ



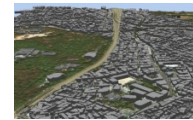
Copyright © 2013 OTSUKA CORPORATION All Rights Reserved.

Suite製品でのCIMモデルの実現



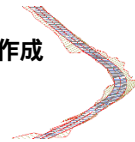
- ✓ 3次元都市モデルでの計画案の評価
- ✓ 合意形成

Autodesk InfraWorks



- ✓ 3次元地形モデリング
- ✓ 線形構造物3次元モデルと図面作成

AutoCAD Civil 3D



- ✓ プロジェクトのレビュー
- ✓ 干渉チェック、施工手順の確認・検討

Navisworks Manage

- ✓ 構造体モデル、3次元配筋モデルの作成
- ✓ 属性情報の付加・数量集計

Revit Structure

品名	単位	数量	単価	金額
鉄骨	kg	1000	100	100000
鉄筋	kg	2000	100	200000
コンクリート	m ³	500	200	100000
土工	m ³	1000	100	100000
舗装	m ²	1000	100	100000
植栽	株	100	1000	100000
照明	個	100	1000	100000
その他				
合計				700000



Copyright © 2013 OTSUKA CORPORATION All Rights Reserved.

AutoCAD Civil 3D

AutoCAD Civil 3D は、土木・測量分野向け3次元設計ソフトウェアです。3次元モデルベース設計のコンセプトにより、作成した3次元モデルと2次元図面のデータが連動するため、1箇所を更新すると変更内容が全体に反映され、ミスを軽減し、図面の整合性を保持できます。

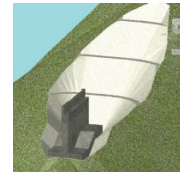
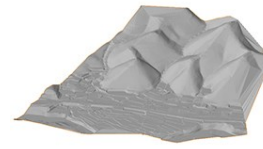
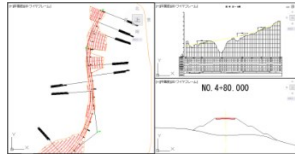
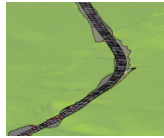
CIMモデル作成での利用

➤ 3次元地形モデリング

- ・ 設計・施工箇所の3次元地形モデルを作成
- ・ 国土地理院の基盤地図情報、測量ポイント、DM、点群など様々なデータの読み込みが可能

➤ 線形構造物の3Dモデルおよび図面作成

- ・ 道路や橋梁上部工などの構造物3次元モデルの作成
- ・ 土量算定



大塚商会

Copyright © 2013 OTSUKA CORPORATION All Rights Reserved.

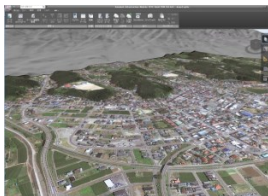
Autodesk InfraWorks

Autodesk InfraWorks（旧：Infrastructure Modeler）は、道路・鉄道・区画整理・土地開発・都市計画などの3次元計画モデルを作成できるコンセプトデザインソフトウェアです。説得力のあるビジュアル情報により、プロジェクト関係者の迅速な合意形成を支援します。

CIMモデル作成での利用

➤ 構造物モデルと周辺の3次元地形の合成

- ・ Civil 3Dで作成した3次元地形モデルの読み込み
- ・ 衛星画像を3次元地形に重ね合わせが可能
- ・ Revit Structureの構造物モデルの読み込み



JSI

DigitalGlobe

<使用データ>

・ 地図、標高データ：国土地理院 基盤地図情報

・ 「GeoEye-1」衛星画像：日本スペースイメージング株式会社 提供

<http://www.spaceimaging.co.jp/>

大塚商会

Copyright © 2013 OTSUKA CORPORATION All Rights Reserved.

Revit Structure

Revit Structure は、構造設計および解析のBIMソフトウェアです。
土木構造物の躯体および配筋の3次元モデリング、属性の付加や集計、および図面作成が可能です。

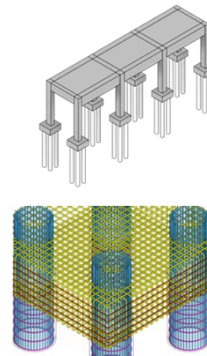
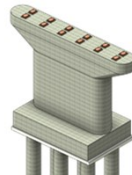


CIMモデル作成での利用

- **構造体モデルの作成**
 - ・ 設計段階における土木構造物の3次元モデルを作成。
- **3次元配筋モデル作成**
 - ・ 施工段階における3次元配筋モデルの作成。
 - ・ 仮設構造物の作成、施工計画への利用。
- **属性の付加、数量算出**



カテゴリ	名前	単位
コンクリート	コンクリート躯体	m ³
鉄筋	鉄筋	kg
鉄骨	鉄骨	m ³
鋼管	鋼管	m ³
鋼板	鋼板	m ²
鋼索	鋼索	m
鋼線	鋼線	m
鋼管	鋼管	m ³
鋼板	鋼板	m ²
鋼索	鋼索	m
鋼線	鋼線	m



大塚商会

Copyright © 2013 OTSUKA CORPORATION All Rights Reserved.

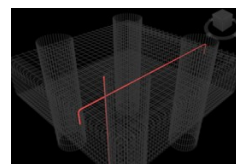
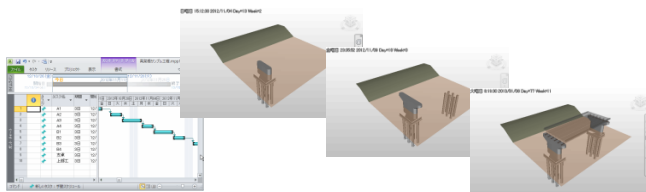
Navisworks Manage

Navisworks Manage は、チェック・レビューのためのマルチフォーマット対応3Dビューアです。
様々なソースからのデータを統合でき、プロジェクト全体のレビューの促進、干渉解析の実行、土木施工のシミュレーションが行えます。



CIMモデル作成での利用

- **データ統合とレビュー**
- **施工計画シミュレーション**
 - ・ 時間軸による施工手順の確認、検討を行う。
- **干渉チェック**



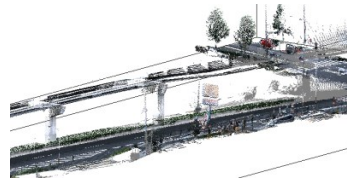
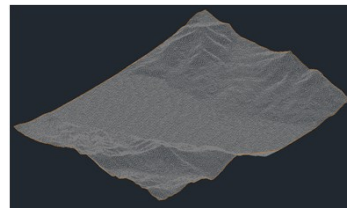
大塚商会

Copyright © 2013 OTSUKA CORPORATION All Rights Reserved.

地形モデルの作成方法

地形モデルに利用するデータ

- 国土地理院 基盤地図情報
(5m、10mメッシュ)
- 数値地図 50mメッシュ
- DMデータ
- レーザプロファイラ (LP)
データ
- SIMAデータ
- 等高線
- 2次元図面
- 航空写真、衛星画像

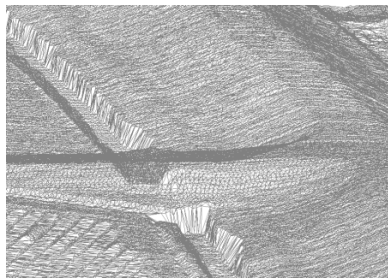


地形モデルの精度

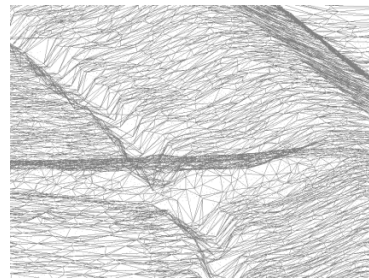
TINサーフェス

地形モデルは、三角形（TIN）で構成されるサーフェスで作成される。

計測ポイントの間隔で、TINの精度が異なる。



計測間隔：0.2m

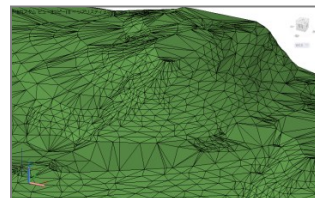
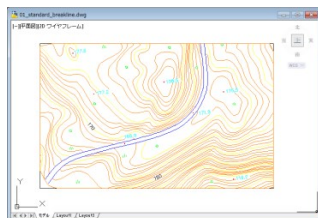


計測間隔：2m

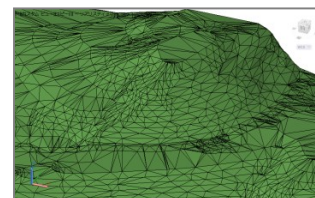
ブレイクラインの利用

ブレイクライン

三角形（TIN）で構成される地形サーフェスに、擁壁、縁石、現況道路などを正確に表現するために利用される。



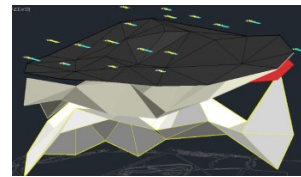
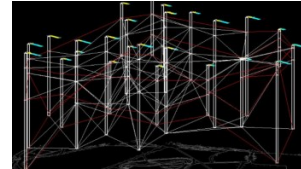
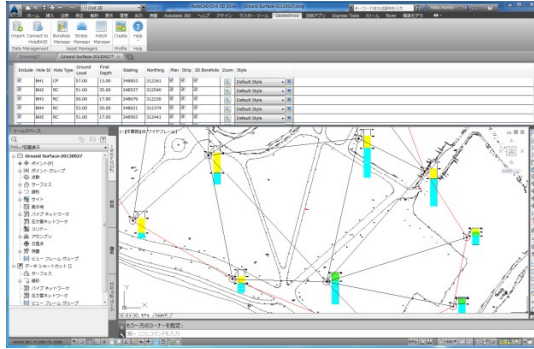
ブレイクライン追加前



ブレイクライン追加後

Civil 3D Extension : 地質工学モジュール

(* IDS-P/IDS-U Subsユーザのみ)



- ・ボーリングデータのインポート
- ・3D ボーリング モジュールの作成
- ・2D ボーリング柱状図の表示
- ・線形からの距離に基づいて 2D ボーリング図を Civil 3D縦断に表示
- ・ボーリングデータに基づいて Civil 3D サーフェスを作成、管理

大塚商会

Copyright©2013 OTSUKA CORPORATION All Rights Reserved.

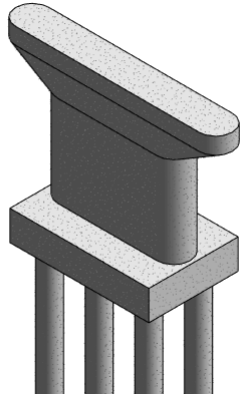
構造物モデルの作成方法

大塚商会

Copyright©2013 OTSUKA CORPORATION All Rights Reserved.

構造体モデルの作成例 橋脚

3次元形状を作成する汎用コマンドを組み合わせて作成をする

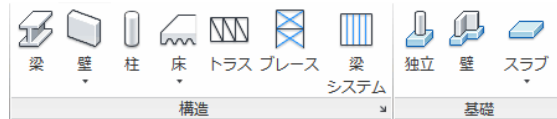
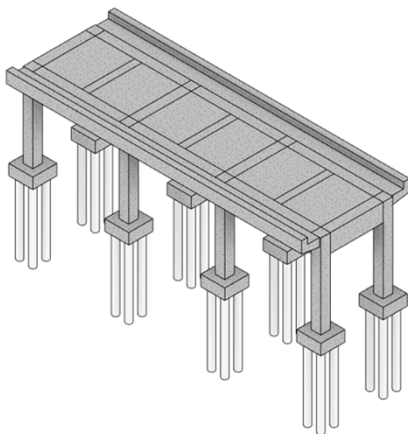


大塚商会

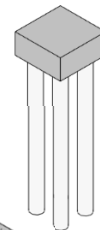
Copyright©2013 OTSUKA CORPORATION All Rights Reserved.

構造体モデルの作成例 高架橋

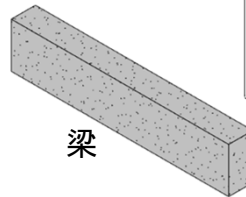
基礎、柱、梁、それぞれの部材を組み合わせて配置していく方法。部材は任意形状の作成が可能



杭基礎



梁



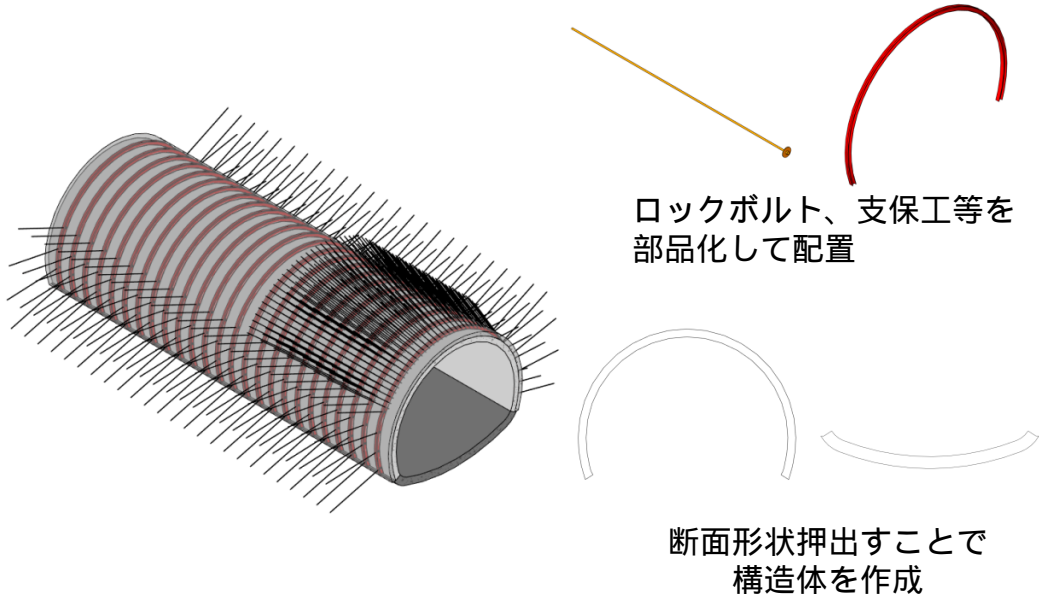
柱



大塚商会

Copyright©2013 OTSUKA CORPORATION All Rights Reserved.

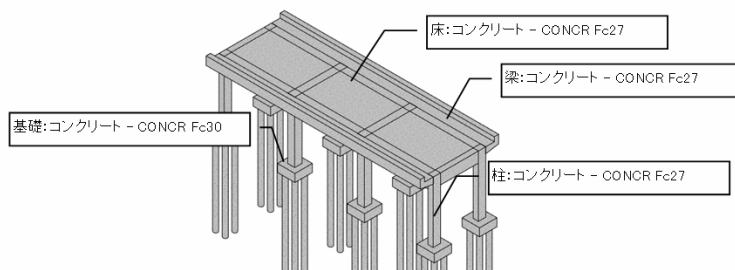
構造体モデルの作成例 トンネル



CIMモデルの特徴

- 作成したモデルは、形状だけではなく情報を持っている

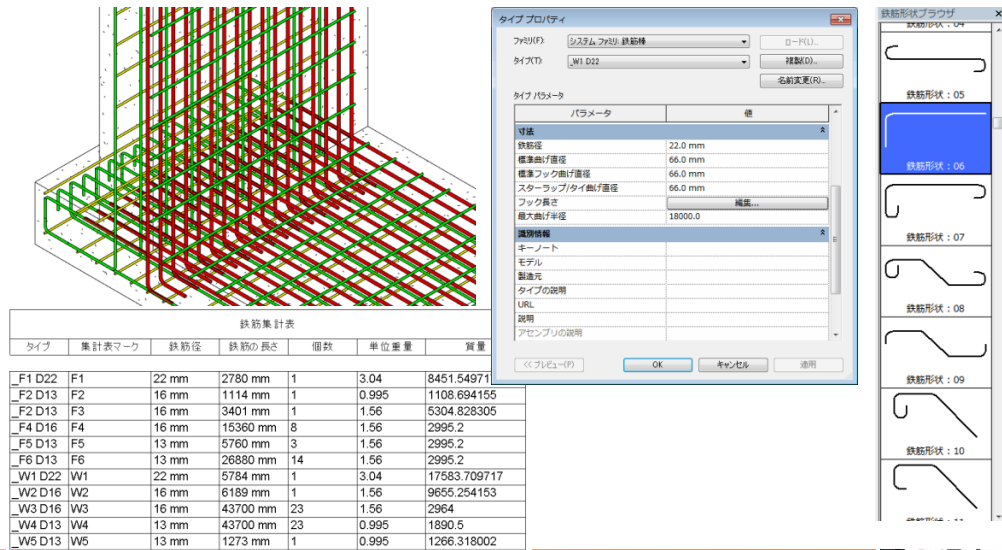
Construction Information Model



コンクリート 体積		
部位	マテリアル	体積
コンクリート-長方形-柱 800 x 800 mm	コンクリート - CONCR Fc27	35.84 m ³
コンクリート-長方形梁 600 x 1200 mm	コンクリート - CONCR Fc27	9.50 m ³
コンクリート-長方形梁 800 x 1500 mm	コンクリート - CONCR Fc27	72.96 m ³
地覆 地覆	コンクリート - CONCR Fc24	54.74 m ³
床 一般 300 mm	コンクリート - CONCR Fc27	26.14 m ³
杭 直径 500 mm	コンクリート - CONCR Fc30	37.69 m ³
杭基礎 2000 x 2000 x 900 mm	コンクリート - CONCR Fc30	28.80 m ³

配筋

- 鉄筋オブジェクトを利用したモデリング。鉄筋属性を利用した集計も可能

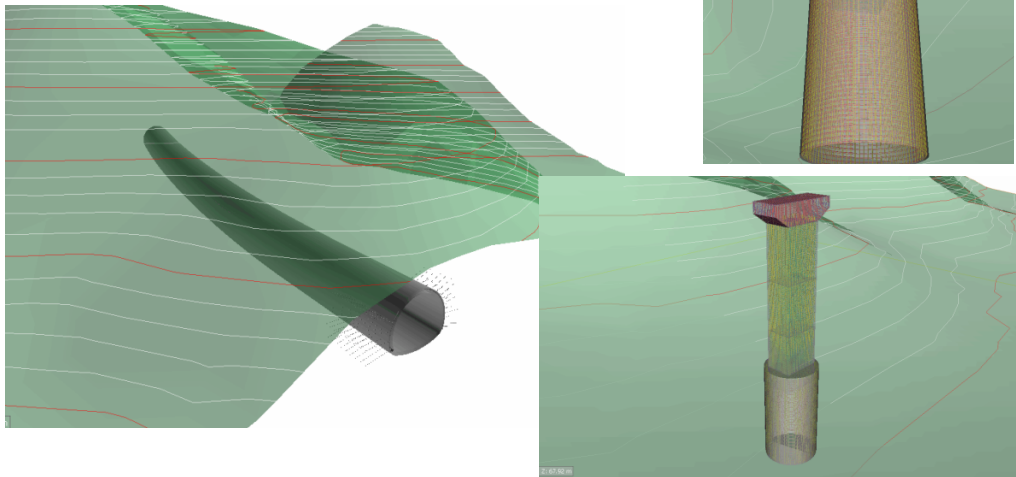


タイプ	集計表マーク	鉄筋径	鉄筋の長さ	個数	単位重量	質量
_F1 D22	F1	22 mm	2780 mm	1	3.04	8451.54971
_F2 D13	F2	16 mm	1114 mm	1	0.995	1108.694155
_F2 D13	F3	16 mm	3401 mm	1	1.56	5304.828305
_F4 D16	F4	16 mm	16360 mm	8	1.56	2995.2
_F5 D13	F5	13 mm	5760 mm	3	1.56	2995.2
_F6 D13	F6	13 mm	26880 mm	14	1.56	2995.2
_W1 D22	W1	22 mm	5784 mm	1	3.04	17583.709717
_W2 D16	W2	16 mm	6189 mm	1	1.56	9655.254153
_W3 D16	W3	16 mm	43700 mm	23	1.56	2964
_W4 D13	W4	13 mm	43700 mm	23	0.995	1890.5
_W5 D13	W5	13 mm	1273 mm	1	0.995	1266.318002

データの統合、可視化

NavisWorksを利用した各種3Dモデルの統合

- さまざまな形式のCADを統合可能。
- 地形モデルへ構造物を配置して視覚化。
- データの透過、色等の設定が可能。

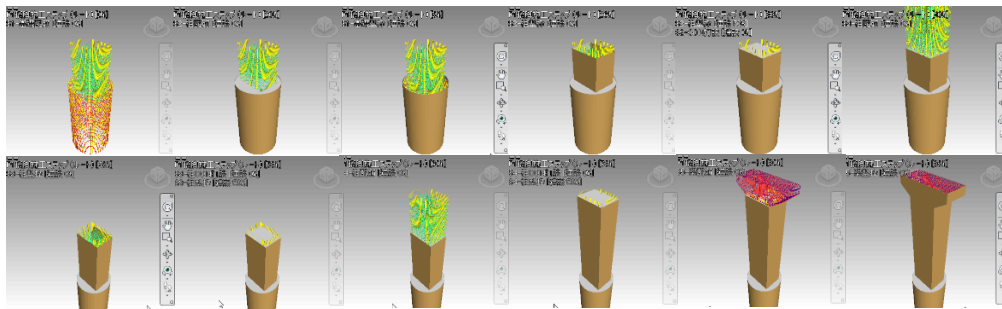
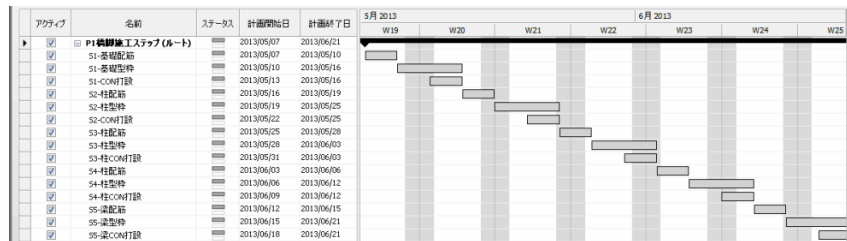


大塚商会

Copyright©2013 OTSUKA CORPORATION All Rights Reserved.

NavisWorksを利用した施工ステップシミュレーション

- 工程表と連動した施工ステップの視覚化



大塚商会

Copyright©2013 OTSUKA CORPORATION All Rights Reserved.

日本情報地質学会 シンポジウム2013

地質情報等の三次元モデリングとCIMについて

講演論文集

2013年10月29日 発行

発行 日本情報地質学会
〒558-8585 大阪市住吉区杉本 3-3-138
大阪市立大学大学院理学研究科地球学教室内
Tel. 06-6605-2593
