

GRI

Geo-Research Institute

ANNUAL REPORT

2021

2021.10.1 ~ 2022.9.30

目 次

1. 2021 年度業務全体の総括	1
2. 2021 年度業務実績	3
3. 2021 年度の業務紹介	5
4. 業務検討会	12
5. 技術トピック	14
6. 2021 年度対外発表論文	16

1. 2021 年度業務全体の総括

(株)地域地盤環境研究所(株式 GRI)は、財団法人(現：一般財団法人)地域地盤環境研究所(財団 GRI)より、地盤解析、調査、計測部門を分社化して 2009 年 4 月より本格的に始動し、はや 14 年が経過しました。この間、弊社の母体である財団 GRI とともに GRI グループとして、地盤の地域特性と環境保全についての調査研究および地盤解析技術と調査・計測技術に基づいた総合コンサルティングを行い、地盤に対する良きアドバイスをご提供し、社会に貢献できるよう日々、努力を重ねてまいりました。

このアニュアルレポートでは、2021 年度(2021 年 10 月 1 日～2022 年 9 月 30 日)を振り返り、弊社の業務実績や研究成果等をご報告いたします。

2021 年度は、新型コロナウイルス感染が広まる、まさにコロナ禍での活動であり、弊社においても数名の感染者が出ましたが、テレワークや WEB 会議等、感染対策を行い、最小限の被害に抑えることができました。弊社の主な業務内容としては、地盤・地下水・構造物の解析業務、地盤調査・試験、現場計測工法を用いた施工管理業務であり、2021 年度は総受注件数 61 件、総受注高 509 百万円を計上しました。これは、2009 年に分社化して以来の最高受注高です。

解析業務は、主に有限要素法(FEM)を用いたトンネルや構造物の基礎杭の変形・応力解析や地下掘削工事による周辺地盤や構造物への影響解析を数多く行っています。近年の地下工事は地下構造物が輻輳する複雑な施工条件下の案件が多く、3次元解析を行うケースが増えてきており、より精度の高い解析を求められる案件に対しては、地盤の塑性挙動を考慮できる Subloading t_{ij} モデル(弊社の技術顧問 中井照夫 考案)を用いた解析も実施しております。

調査・計測業務は、主に関西を中心とした地下構造物の土木工事における地盤調査や施工時における地盤や近接構造物の変位・応力の挙動を計測し、地盤条件や施工条件との因果関係を調査する業務を行っております。特に、近年では、面的な地盤構造を高精度で調査が可能な音響トモグラフィ(JFE シビル(株)と技術提携)を用いた地盤調査を行っております。この音響トモグラフィは地盤構造の把握を目的とした調査以外にも、地下埋設物の探査や地盤改良の効果確認にも適用でき、これまでも多くの現場で実績を上げています。音響トモグラフィについては「5. 技術トピック」で取り上げていますので、ご覧ください。

また、東京、名古屋方面の業務にはリニア中央新幹線、東京外環自動車道の非常に困難な施工条件下におけるコンサルティング業務も含まれており、日本を代表する大規模プロジェクトの一端を担えたことは、弊社の技術者にとっても貴重な経験となりました。

2021 年度の業務成果の一部を「3. 2021 年度の業務紹介」に掲載してありますので、ご覧ください。

現在、関西地域では、淀川左岸線 2 期および延伸工事、新名神高速道路、なにわ筋線、大阪府地下河川、大阪湾岸道路西延伸等、地盤に係る土木工事が進められており、その先には北陸新幹線、名古屋～大阪間 リニア中央新幹線が計画されています。これらの地下工事は、構造物の大規模化、大深度化、超近接施工、断層変位の影響等、これまでとは異なる技術的課題を克服しなければならないものばかりです。弊社は、地盤に関わる技術集団として、実現場に即した総合的なコンサルティングを行い、良きアドバイスを提供できるよう、努力してまいります。

代表取締役社長 長屋 淳一

GRI は、地盤を友とする

調査・解析・計測等を集約した技術集団です。

経営理念

我々は、地盤を友とする調査・計測・解析等を集約した技術集団であり、技術もアイデアも新発想で地盤環境問題に対処する優れた技術を提供します。
We have Superior Technology and New Vision.

事業目的

地盤構成物質の工学的研究を行い、地盤工学の進歩に貢献すると同時に、地盤の調査・試験・解析・計測及び施工管理等の一環した技術を地盤工学やプロジェクトの実務に活かすことによって、建設工事や防災工事の合理的、経済的向上、発展に寄与します。また、地震、地すべりなどの地盤災害、構造物の維持管理または地盤環境保全に向けての技術集積によって、人々に安全で快適な生活環境を提供します。

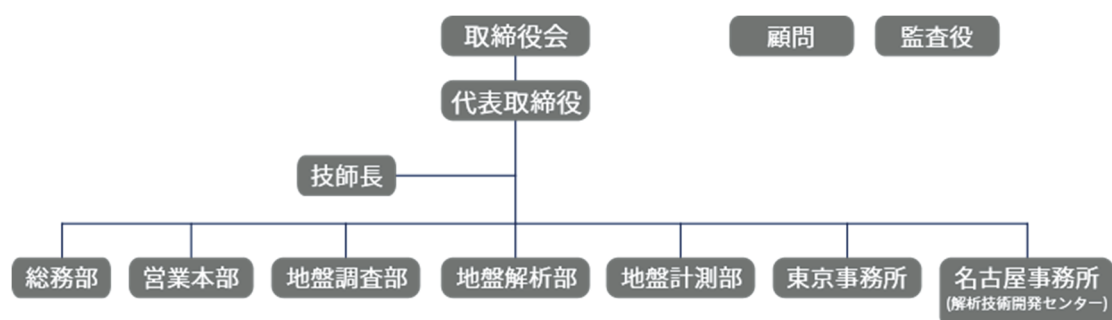
会社概要

商号 株式会社 地域 地盤 環境 研究所(英文表記 Geo-Research Institute)
所在地 本社 / 〒540-0008 大阪府中央区大手前 2 丁目 1 番 2 号
東京事務所 / 〒113-0034 東京都文京区湯島 1 丁目 8 番 4 号
名古屋事務所 / 〒464-0856 名古屋市千種区吹上 1 丁目 1-8-706
設立年月日 昭和 53 年 8 月 18 日
資本金 3,000 万円
取締役会長 橋本 正
代表取締役社長 長屋 淳一
登録事業 建設コンサルタント業 建 31 第 3704 号 / 土質及び基礎部門
地質調査業 質 01 第 2493 号
建設業 大阪府知事許可(般-31)第 131877 号 / とび・土木工事業
労働者派遣事業登録 派 27-304118
社員数 32 名
有資格者数 技術士(建設部門):4 名 博士(工学):4 名 地質調査技師:1 名
一級土木施工管理技士:5 名 測量士:2 名 地盤品質判定士:2 名
顧問 立命館大学 総合科学技術研究機構 上席研究員 小山 幸則
名古屋工業大学名誉教授 中井 照夫
中国同済大学教授 朱 合華
早稲田大学非常勤講師 早稲田大学招聘研究員 小西 真治

事業内容

1. 地質・地盤調査、現場計測および評価
2. 地盤材料の試験及び評価
3. 土木・建設及び防災に関する技術解析、技術指導及び設計・施工管理
4. 地下水地盤環境の保全に関する調査、計測、解析及びコンサルティング
5. 建設副産物や産業廃棄物の処分及びリサイクル資源の有効活用を考慮した環境事業
6. 建造物や地盤構造物の維持管理に関わる調査、修復及び技術コンサルティング
7. とび・土木工事の設計、施工、監理、請負
8. 前各号に関する機器器具の製造、販売及び技術、製品の輸入出
9. 前各号に関する品質・安全・施工管理を主体とした役務提供
10. 労働者派遣事業
11. 前各号に付帯関連する一切の業務

組織



2. 2021 年度業務実績

当社は、地盤構成物質の工学的研究をおこない、地盤工学の進歩に貢献するとともに、地盤の調査・試験・計測・解析および施工管理等の一環した技術を地盤工学やプロジェクトの実務に活かすことによって、建設工事や防災工事の合理的、経済的向上、発展に寄与します。また、地震、地すべりなどの地盤災害、構造物の維持管理または地盤環境保全に向けての技術集積によって、人々に安全で快適な生活環境を提供します。

このような事業目的のもと、地盤解析技術と調査計測技術を駆使した総合土木コンサルティング業務をおこなっていますが、主たる業務は以下の通りです。

(1)地盤・地下水・構造物の解析技術

- 1) 地盤掘削や盛土等の**地盤変形解析**
- 2) 埋め立て、盛土や地下水位低下等による**圧密沈下解析**
- 3) 自然斜面や切土、盛土、法面を対象とした**斜面安定解析**
- 4) 開削工事における**土留め壁変形解析**
- 5) 施工時荷重を考慮したトンネル構造物等の**応力解析**
- 6) 近接施工時の地盤・構造物の**近接影響検討解析**
- 7) 地下水や降雨浸透等を対象とした**浸透流解析**
- 8) 地下工事を対象とした**地下水流動保全解析**
- 9) 地震時の液状化現象等に関する**動的解析**
- 10) **地盤に関わる訴訟関連の技術資料作成**

(2)地盤調査・試験と現場計測工法を用いた施工管理

- 1) **地質・地盤調査**
- 2) **音響トモグラフィを用いた高精度地盤調査**
- 3) 地盤内の**磁気探査、空洞探査**
- 4) 土留め壁等遮水壁の**遮水効果調査**
- 5) 工事に関わる**水質・土壌環境調査**
- 6) **近接施工時の計測施工管理**
- 7) 土留め掘削やトンネルにおける**計測施工管理**
- 8) 地盤・構造物の**GPS 変状計測管理**
- 9) **地すべり調査・観測**
- 10) Web サーバーを用いた**広域自動計測システム**

2021 年度の部門別受注件数、受注高および発注者別受注高の内訳を次ページに示します。

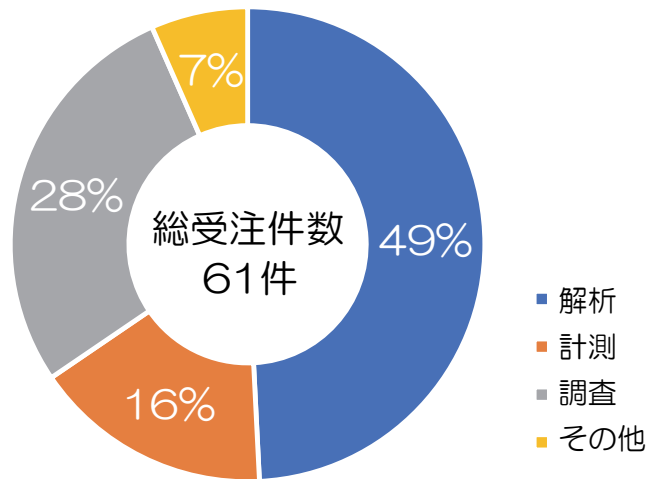


図 2.1 部門別受注件数内訳(2021 年度(2021.10.1~2022.9.30))

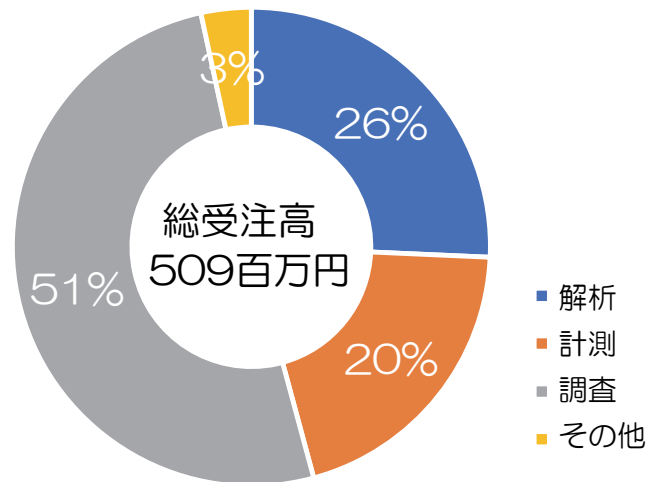


図 2.2 部門別受注高内訳(2021 年度(2021.10.1~2022.9.30))

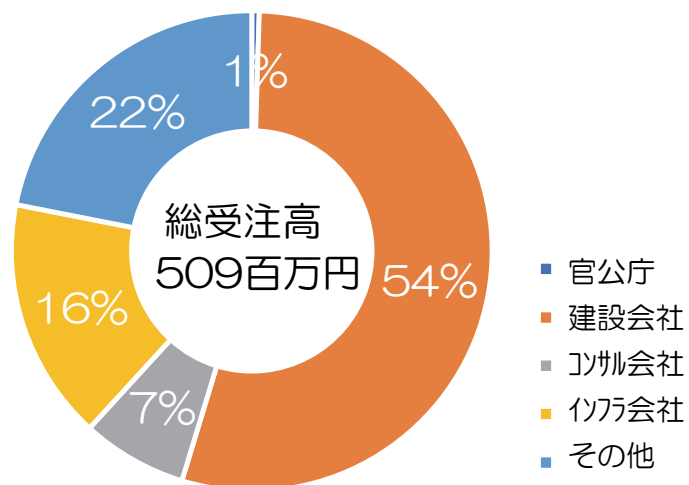


図 2.3 発注者別受注高内訳(2021 年度(2021.10.1~2022.9.30))

3. 2021 年度の業務紹介

(1) 臨海地区における盛土地盤の変形挙動の把握と管理

稲垣 祐輔(地盤解析部), 辻 貴博(地盤計測部)

(2) 鉄道線路直下のダブルパイプルーフ施工時における地盤挙動に関する検討

山内 雅基(地盤解析部), 稲垣 祐輔(地盤解析部)

(3) 埋立浚渫地盤における開削工事での計測管理

宮本 康隆(地盤計測部), 稲垣 祐輔(地盤解析部)

臨海地区における盛土地盤の変形挙動の把握と管理

Identification and Management on deformation behavior of embankment ground in waterfront area

キーワード：盛土，軟弱地盤，側方流動，数値解析，計測管理

稲垣 祐輔
(地盤解析部)
辻 貴博
(地盤計測部)

1. 概要

臨海地区における土地造成工事は、2025年日本国際博覧会開催予定地の一部を盛土する工事である。盛土は、表層付近の軟弱な浚渫土地盤上に施工するため、特に、盛土法尻付近において側方流動等の発生が懸念された。そこで、盛土時における盛土下の地盤挙動について数値解析を用いて事前予測し、現場計測工法を用いた計測管理により監視した。その結果、計測管理基準値内に地盤挙動は収束し、安全に施工を終えることができた。

2. 着目した問題点

- (1) 土地造成工事は、分厚く堆積した浚渫粘性土層(Bc層, $c_u : 2 \sim 50$ [kN/m²], 層厚約 23 [m])の上に5~7[m]盛土する工事であることから、側方流動や円弧すべりの発生が懸念された。
- (2) Bc層は過去にプラスチックボードドレーン(PBD)と地下水低下工法の併用により圧密促進されているが、一部未改良エリアが端部にある(図-1参照, A区画:全層, C区画:層上半部)。
- (3) 軟弱な浚渫土地盤上に盛土する工事に対する明確な管理基準が規定されていない。

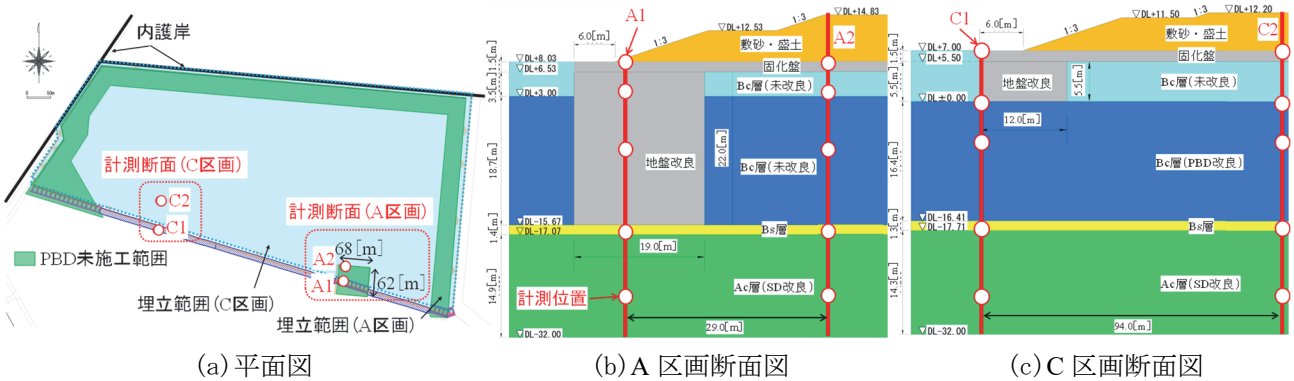


図-1 検測断面付近の平面図および断面図

3. 解決・改善の方法

- (1) 法尻付近と盛土下に沈下計と傾斜計を設置し、各盛土段階において水平変位と鉛直変位を手動計測した。これらの計測結果を基に、富永・橋本の方法($S-\delta$ 法)¹⁾および松尾・川村の方法($S-\delta/S$ 法)¹⁾から破壊基準線への接近度を確認し、側方流動等の兆候を確認することにした(図-2参照)。

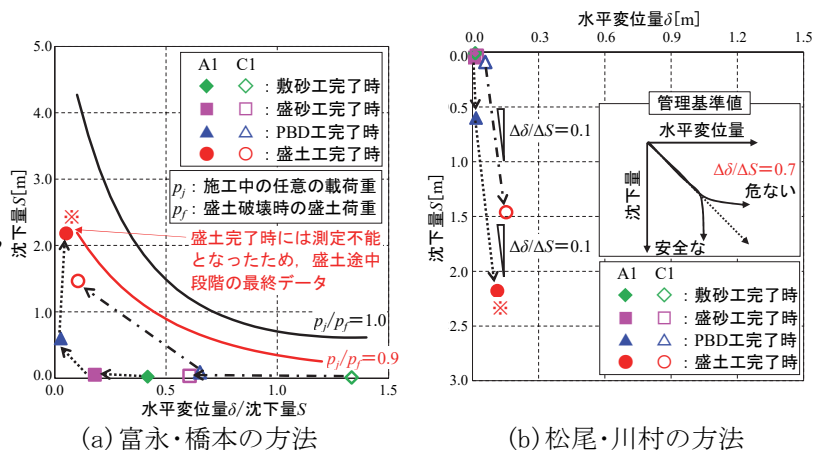


図-2 計測管理図

(2) 地盤の構成則として軟弱地盤の挙動予測に実績のある関口・太田モデル¹⁾を用いた2次元弾塑性FEM解析(土～水連成解析)を実施し、盛土下の地盤挙動を事前予測した(図-3および表-1参照)。

4. 得られた結果や技術的知見

(1) 計測管理では、盛土に伴って沈下挙動が卓越する結果となったが、危惧するような大きく進展する水平変位は発生しなかった。いずれの計測管理においても、管理基準値($S-\delta$ 法： $p_j/p_r=0.9$, $S-\delta/S$ 法： $\Delta\delta/\Delta S=0.7$)を超過するような側方流動等の兆候を示す挙動は確認できず、安定した状態に収束した。

(2) FEM解析では、盛土工完了時から盛土工完了時まで解析値は計測値と良い対応関係にあり、定性的にも定量的にも計測値を表現できることを示した(図-4参照)。

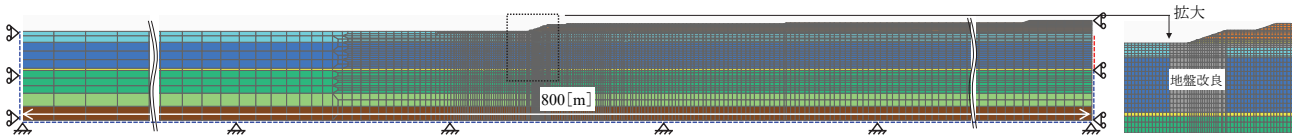


図-3 有限要素メッシュ図

表-1 FEM解析に用いた土質パラメータ

土層	基本情報					弾塑性材料パラメータ					
	平均N値	単位体積重量 γ_t [kN/m ³]	変形係数 E [kN/m ²]	ポアソン比 ν	透水係数 ($\times 10^{-9}$) k [m/sec]	静止土圧係数 K_0	圧縮指数 λ	膨潤指数 κ	限界状態係数 M	過圧密比 OCR	初期空隙比 e_0
盛土	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
盛砂・敷砂	—	18.0	11900	0.33	120,000	—	—	—	—	—	—
固化盤	—	4.1	20400	0.30	13.0	—	—	—	—	—	—
Bc層(未改良)	—	3.2	—	0.43	13.1	0.75	0.48	0.05	0.55	1.0	2.62
Bc層(未改良)	—	4.5	—	0.41	6.3	0.69	0.44	0.04	0.69	1.0	2.06
Bs層	17	10.0	11900	0.33	120,000	—	—	—	—	—	—
Ac層(SD改良)	—	6.6	—	0.36	0.3	0.56	0.32	0.03	1.03	2.7	1.86
Ac層(未改良)	—	6.6	—	0.36	0.4	0.56	0.17	0.02	1.03	1.4	1.15
Dg1層	60	10.0	168000	0.33	120,000	—	—	—	—	—	—

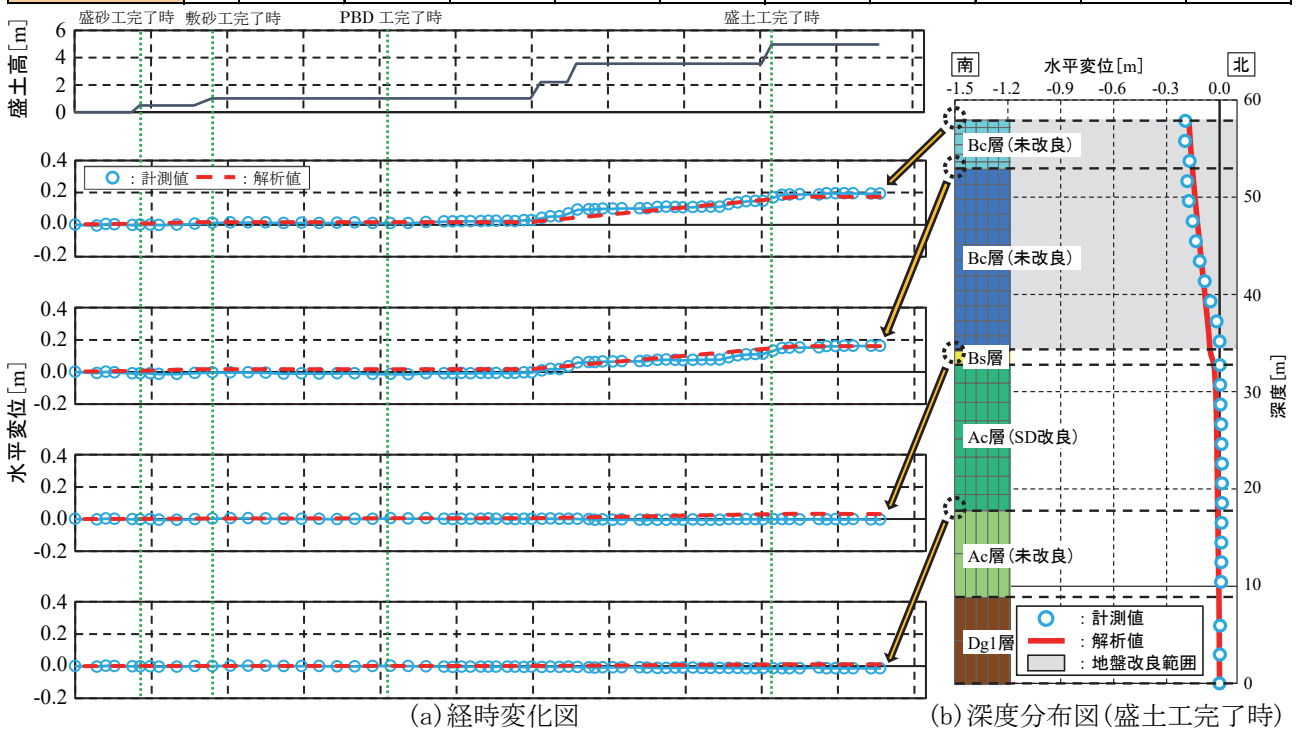


図-4 法尻付近における水平変位経時変化図および深度分布図(A区画)

【参考文献】 1) 大月他：夢洲2区土地造成工事における地盤変状の把握と管理について，Kansai Geo-Symposium2022 論文集， pp.103-108， 2022。

鉄道線路直下のダブルパイプーフ施工時における地盤挙動に関する検討

Evaluation of ground behavior in double pipe-roof protection under the railway

キーワード: フロンテジャッキング工法, ダブルパイプーフ, 切羽安定, 地盤改良, 3次元 FEM 弾塑性解析

山内 雅基
(地盤解析部)
稲垣 祐輔
(地盤解析部)

1. 概要

一般国道2号のバイパス整備事業では、JR山陽本線有年～上郡駅間における線路地下道(幅員32.5m, 延長21.6m)をフロンテジャッキング工法で施工している¹⁾。本工事では、工期短縮と軌道影響工事の短期間化を図る目的で並列パイプーフ管(以下、Wルーフ)による推進を採用したが、Wルーフ推進施工に起因する切羽崩壊および直上線路への影響が懸念された。そこで、3次元弾塑性FEM解析による切羽前面地盤の変形挙動を分析し、Wルーフ推進施工の安全性を確認した。

2. 着目した問題点

本工事の平面図を図-1に、断面図を図-2に示す。

(1) 本検討の背景

- (a) シングルルーフより断面積の広いWルーフ推進に伴って、切羽前面の崩壊(3次元的な地盤変形挙動)が懸念された。
- (b) 頂部パイプーフの推進地盤は、礫混り砂の盛土(N値=6, 最大粒径100mm)であったため、Wルーフ推進に伴って砂地盤の塑性化が崩れる恐れがあった。
- (c) 切羽前面地盤と軌道の変位抑制のために地盤改良を採用することにしたが、地盤改良による軌道の隆起が懸念されたため、Wルーフ下半のみを改良した。

(2) 着目した問題点

切羽上半に未改良部の砂地盤がある状態でWルーフ推進することから、切羽前面地盤の塑性化に伴う地山崩壊、それに伴う直上線路への影響が懸念されたが、2次元線形弾性FEM解析では本挙動を表現することができない。

3. 解決・改善の方法

- (1) 切羽前面の地盤変形挙動を表現できる「3次元FEM解析」、砂地盤の塑性化を表現できる「弾塑性モデル」を組み合わせた「3次元弾塑性FEM解析」により、Wルーフ推進時における直上線路の安全性を分析および評価した。
- (2) 有限要素メッシュ図を図-3に示す。3次元モ

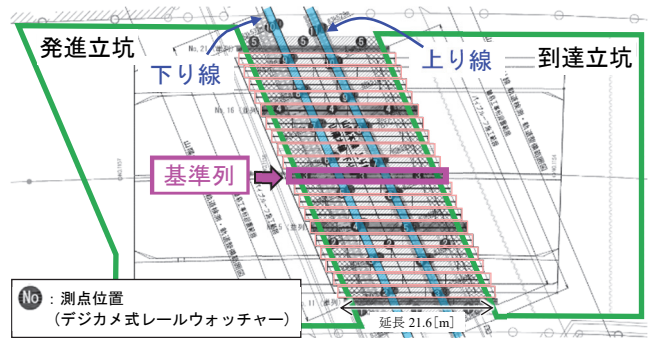


図-1 平面図

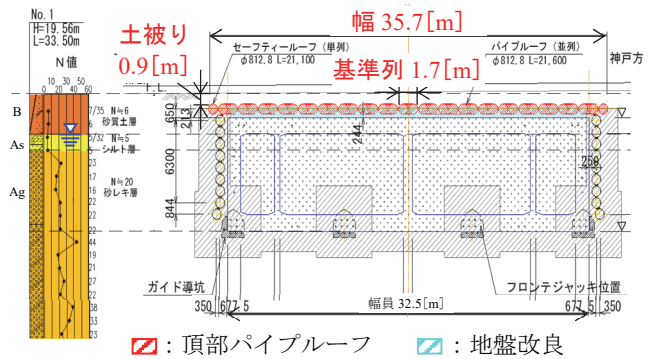


図-2 断面図(線路縦断方向)

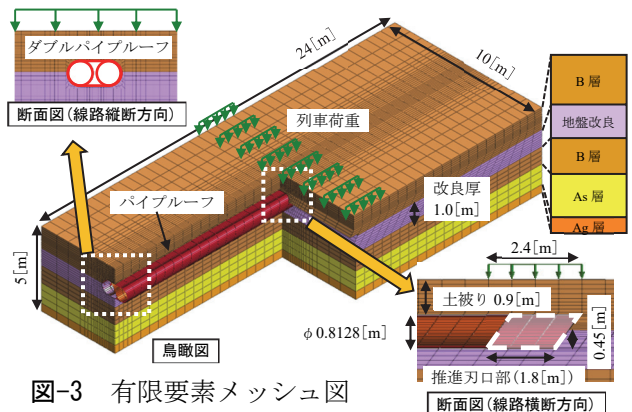


図-3 有限要素メッシュ図

デルを採用したことで、W ルーフ推進を逐次解析することが可能である。施工ステップは、(a) 推進刃口の挿入と同時に掘削、(b) 掘削箇所 W ルーフ挿入、(a) (b) を繰り返すことで再現した。地下水位 (GL-3 m) がパイプルーフ以深であるため、有効応力解析を実施した。なお、ここでは基準列である W ルーフ 1 本の推進影響に着目した。

(3) 地盤の構成則は、弾塑性モデルの一つである Mohr-Coulomb モデルを用いた。土質定数は N 値より設定した (表-1 参照)。地盤改良による強度増加は、粘着力 $c=50[\text{kN/m}^2]$ ²⁾ を付加することで表現した。

表-1 土質定数

土層	層厚 [m]	平均 N 値	単位体積重量 γ_t [kN/m^3]	粘着力 c [kN/m^2]	内部摩擦角 ϕ [$^\circ$]	変形係数 E [kN/m^2]	ポアソン比 ν [-]	静止土圧係数 K_0 [-]
B	3.326	6	18	0	31	15,000	0.33	0.48
地盤改良	—	—	—	50	—	—	—	—
As	1.2	2	16	0	28	5,000	0.35	0.53
Ag	0.474	23	18	0	35	57,500	0.30	0.43

4. 得られた結果や技術的知見

- (1) 3次元解析により切羽前方地盤の変形を逐次再現した結果、軌道沈下量は線路直下切羽通過時に 1.8 mm、推進刃口部テール通過時に 3 mm となり、軌道沈下量の進展を再現できた (図-4 参照)。また、許容値 (7 mm) 内に収束しており、直上線路への安全性を確認できた。
- (2) 弾塑性モデルの採用により、切羽前面の未改良部および周辺地盤の塑性化進展状況と、切羽下半の改良部における塑性化の抑制効果 (地盤改良による変形抑制効果) を表現できた (図-5 参照)。
- (3) 線路横断方向の地表面沈下分布について、計測値は、解析値と同様に許容値内に収束しており、W ルーフ推進を安全に施工することができた (図-6 参照)。

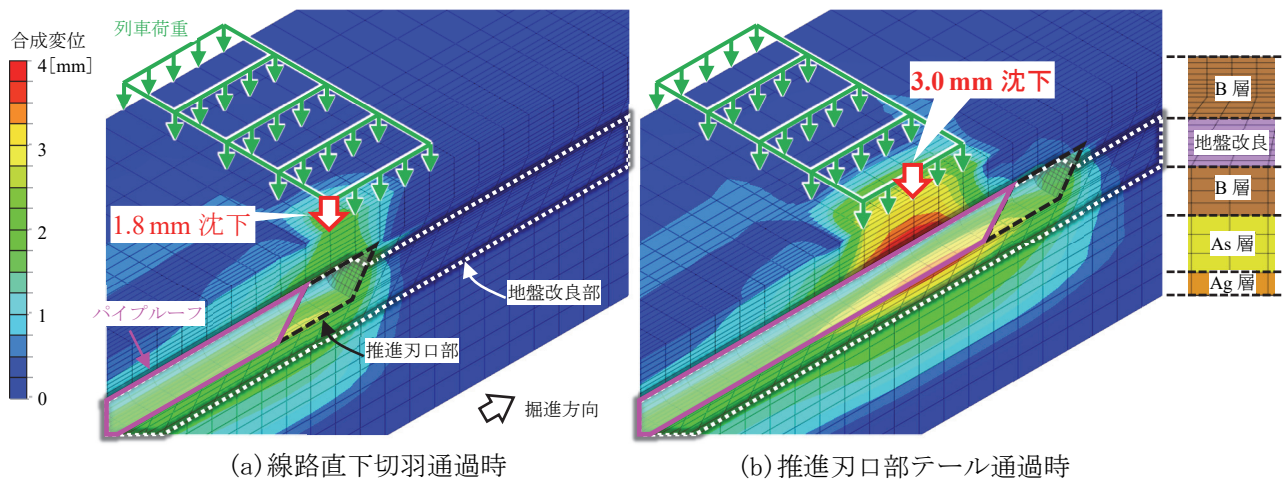


図-4 3次元弾塑性 FEM 解析結果 (合成変位分布, 鳥瞰図)

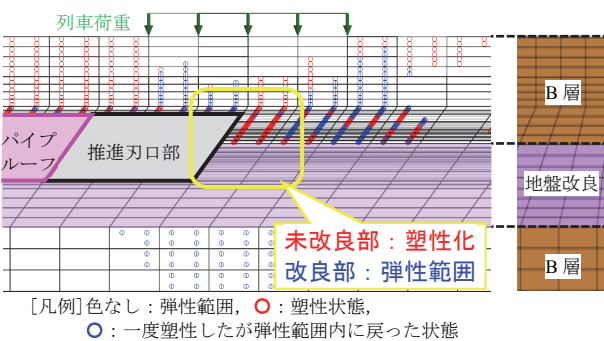


図-5 切羽前面地盤の塑性状態

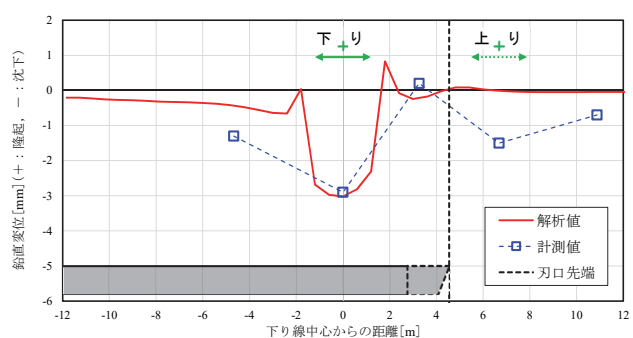


図-6 計測値と解析値の比較 (地表面沈下分布)

【参考文献】 1) 山地他：鉄道線路直下におけるダブルパイプルーフの施工検討・施工管理，土木学会全国大会第 77 回年次学術講演会，2022。 2) 山内他：鉄道線路直下のダブルパイプルーフ施工時における地盤挙動に関する検討，土木学会全国大会第 77 回年次学術講演会，2022。

埋立浚渫地盤における開削工事での計測管理

Monitoring on Excavation Works in Reclaimed Dredged Ground

キーワード：埋立浚渫土，開削工事，土圧と変形，現場計測工法，数値解析

宮本 康隆
(地盤計測部)
稲垣 祐輔
(地盤解析部)

1. 概要

本工事は，開削工法を用いた鉄道駅部新設工事である．主たる掘削地盤が軟弱な埋立浚渫土層であることから，底盤改良により受働抵抗を増大させることにより土留め壁の変形を抑制した．ここでは，施工の進捗に伴って土留め壁に設計計算値以上の変形が生じたが，現場計測結果を分析し，数値解析を用いて原因を特定し，安全に施工を進めた計測管理について示す．

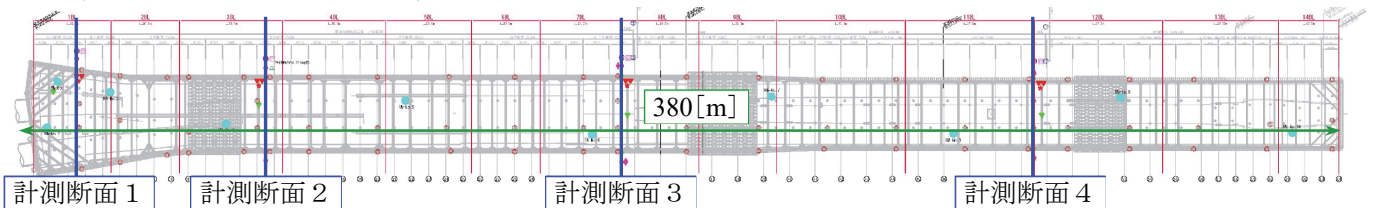


図-1 土留め開削工事寸法および計測断面平面位置図

2. 着目した問題点

当該地盤は，自然地盤であるDs～Dg層（洪積層）とAc層（沖積層， $c_u=100\sim200$ [kN/m²])の上部に，人工的にBs層（敷砂層）を敷設し，更に上部にBc層（浚渫土， $c_u=2\sim50$ [kN/m²])とBsg層（盛土層）を投入して構成されている．

土留め壁は，TRD工法を用いて構築した地中連続壁であり，掘削底面は，高圧噴射攪拌工法によって改良している．

土留め掘削は図-1左側から順次進め，最深掘削断面として計測断面1を，標準断面として計測断面2～4を均等配置した．また，計測管理項目は，土留め壁の水平変位，切梁軸力，地下水位（以上，自動計測），背面地盤変位，土留め壁および中間杭の頭部変位（以上，手動計測）である（図-2参照）．

土留め壁の変形挙動は，2次掘削時までは掘削に伴って土留め壁頭部が掘削側に変位し，3次掘削からは掘削底面付近に最大変位量が発生する変形分布を示したが，5次掘削以降，土留め壁が頭部を含めて全体的に背面側へ変位する分布に転じた（図-3参照）．一方，切梁軸力は，掘削の進行に伴って増加していることから，土留め壁が掘削側に変位していると考えられる．つまり，土留め壁の変位挙動と真逆な傾向を示した．

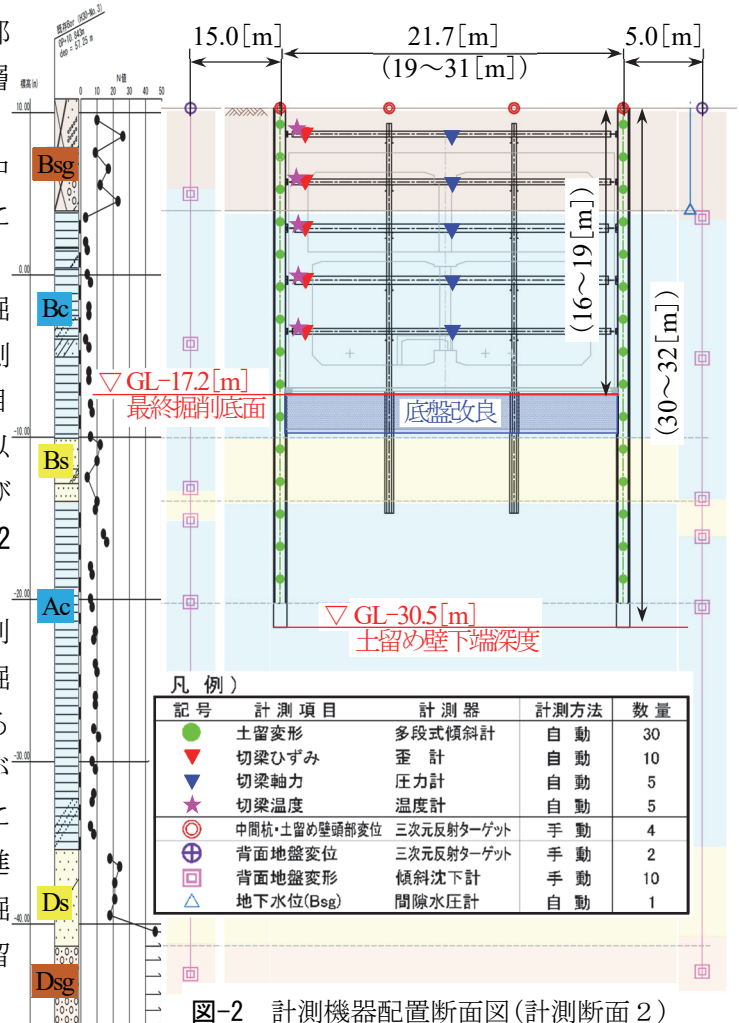


図-2 計測機器配置断面図（計測断面2）

3. 解決・改善の方法

土留め壁の水平変位計測は、土留め壁下端を固定点として傾斜計を用いて算出しているが、土留め壁下端部は軟弱な Ac 層に位置していることから、固定点に変位している可能性が考えられた。実際、3次元測量の結果、土留め壁頭部は掘削側へ変位していたことから、その結果に基づいて水平変位量を再計算した結果、土留め壁下端が掘削側へ変位する分布形状が得られた。

この補正した土留め水平分布と土留め背面地盤の変位分布を比較した結果、背面地盤は Ac 層と Bc 層において掘削側へ変位しており、補正後の土留め壁の変位挙動と概ね一致する結果が得られた(図-4 参照)。以上のことから、補正後の土留め壁水平変位分布形状は、実態に近いと考えられる。

4. 得られた結果や技術的知見

開削時の盤ぶくれ対策として掘削側 Bs 層の地下水を揚水したことにより、土留め壁が背面側へ変位する挙動がみられた。一方、揚水の稼働を一旦停止したところ、土留め壁が掘削側に移動する傾向を確認した。つまり、Bs 層の揚水と連動して土留め壁下端が掘削側へ変位していることがわかった。その要因としては、掘削底盤以深の Ac 層に残置されたサンドドレーンを介して、Ac 層の地下水が強制排水されたことによる影響と考えられる。

そこで弾塑性 FEM 解析により、Bs 層の水位低下に伴う土留め壁下端部の変位について検討した。その結果、揚水に伴う Bs 層の水位変動に伴って、Bs 層とつながっている Ac 層では、サンドドレーンから強制的に排水され、Ac 層の水圧が低下して体積収縮(圧密)し、土留め壁の下端部が掘削側へ変位する挙動を確認した(図-5 参照)。

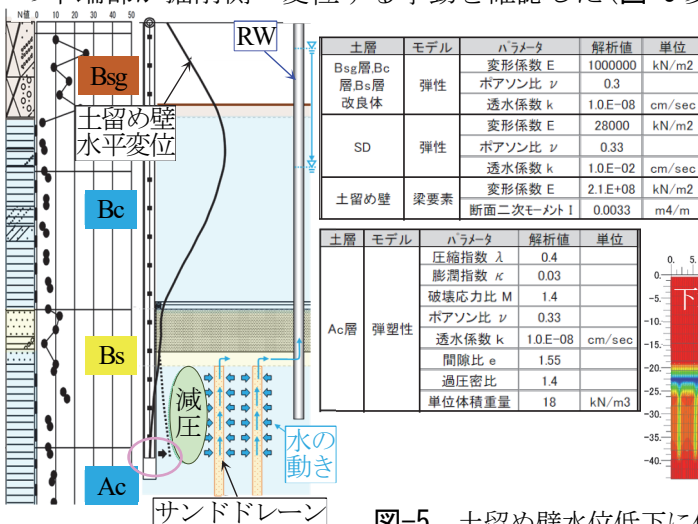


図-5 土留め壁水位低下に伴う土留め壁下端部の変位に関する検討結果概要

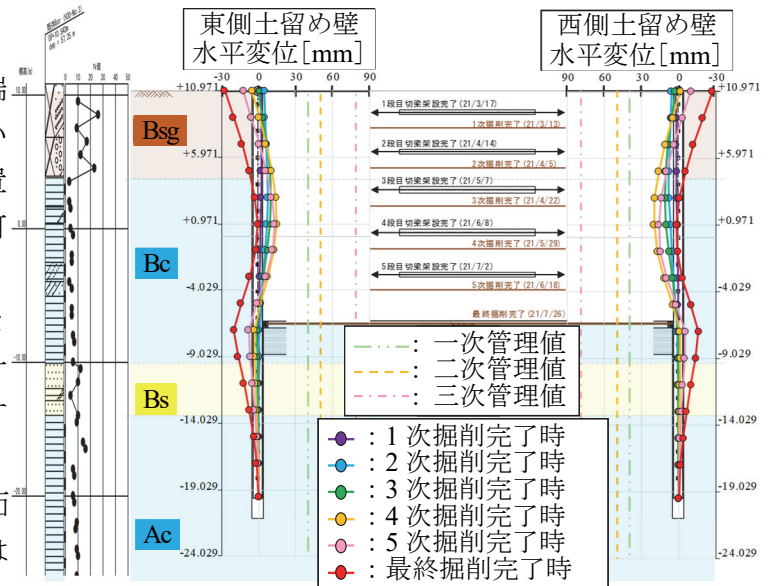


図-3 土留め壁水平変位分布(計測断面2)

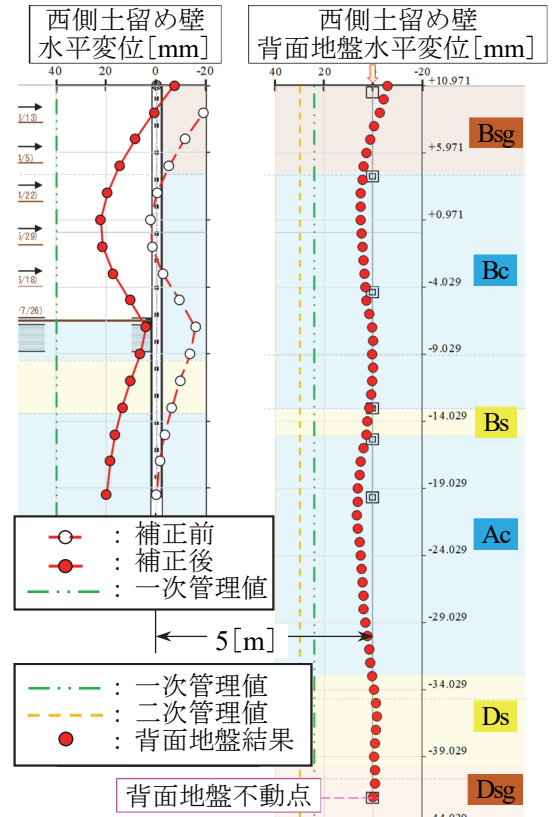
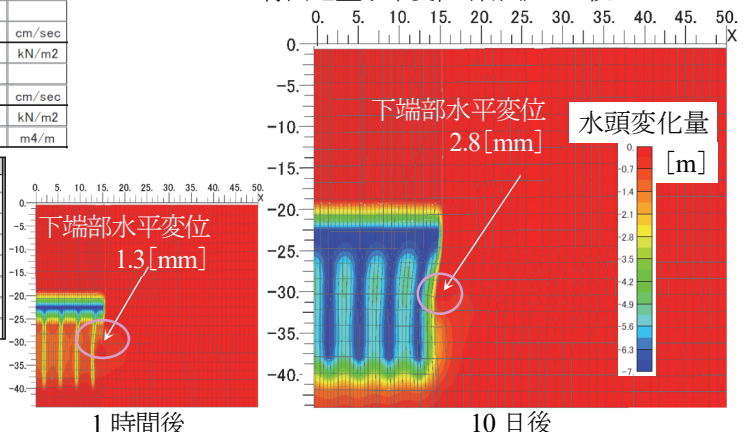


図-4 土留め壁水平変位補正結果(左図)と背面地盤水平変位(右図)の比較



1 時間後 10 日後

4. 業務検討会

令和4年10月21日(金)に令和4年度業務検討会をおこないました(国民會館大阪城ビル12階小会議室およびWebによるハイブリッド開催)。

当社では、業務で得られた知見を所内にて水平展開を図るとともに、レビューアーから業務遂行における留意点などのアドバイスを受けることにより、業務成果の資質向上に努めています。また、得られた知見の一部を対外発表することにより、広く情報発信をおこなっています。

当日の業務検討会では、技術力の向上、プレゼンテーション能力およびコミュニケーション能力の向上を目指し、技術職員各自が業務や経験等を中心に積極的に発表しました。



ハイブリッドでの配信の試み
会場参加型だけでなく、オンラインを併用したハイブリッド参加型も初めて採用しました。これにより、当日会場に参加できない社員も業務検討会に参加が可能となり、有意義なディスカッションができました。

社員の発表の様子
実務経験などを、積極的に発表しています。



(1) チャレンジコース

- 1件あたり20分程度(15分程度発表, 5分程度質疑応答)
- 事前配布資料を準備し, 当日はパワーポイントを利用して発表した後に質疑応答を対応しました。また後日, A4×2枚に要約した資料を準備しました。

表 4.1 チャレンジコース発表者一覧表

題 目	発表者	連名者
臨海地区における盛土地盤変状の把握と管理	稲垣 課長 (地盤解析部)	辻 課長 (地盤計測部)
臨海地区の開削工事における計測管理	宮本 研究員 (地盤計測部)	稲垣 課長 (地盤解析部)
シールド発進基地施工による周辺地盤への影響検討(3次元解析)	管 主任研究員 (東京事務所)	水原 部長 (地盤計測部)
鉄道線路直下のダブルパイプルーフ施工時における地盤挙動に関する検討	山内 係長 (地盤解析部)	稲垣 課長 (地盤解析部)
ガイド導坑施工時における安全性検討	初谷 研究員 (地盤解析部)	山内 係長 (地盤解析部)
近接施工に伴う地下鉄構造物の計測管理	小村 研究員 (地盤計測部)	松本 次長 (地盤計測部)

(2) トライアルコース

- 1件あたり5分程度(質疑応答込み)
- 発表形式等はフリースタイルとしました。

表 4.2 トライアルコース発表者一覧表

題 目	発表者
株式会社 GRI の CSR 活動について	川本 研究員 (地盤解析部)
地盤に起因する杭工事の施工トラブルとその対応・対策	劔村 研究員 (地盤計測部)
深堀ボーリング時の留意事項	辻 課長 (地盤計測部)
シールド工事における裏込め注入材の硬化熱計測	田中 研究員 (東京事務所)
音響トモグラフィ探査とポアホールレーダー探査を用いた深層空洞調査	松岡 研究員 (地盤調査部)
音響トモグラフィ探査と磁気探査を併用した地中障害物調査	久松 研究員 (地盤調査部)
高速道路下部工事における地中ガス調査	吉田 研究員 (地盤調査部)

5. 技術トピック

「音響トモグラフィを用いた高精度地盤調査」

— 見えない地下を “見える化” する技術 —

当社の地盤調査技術のひとつである「音響トモグラフィ探査」について植田技師長にお話を伺いました。



地盤調査部 技師長 植田 康宏

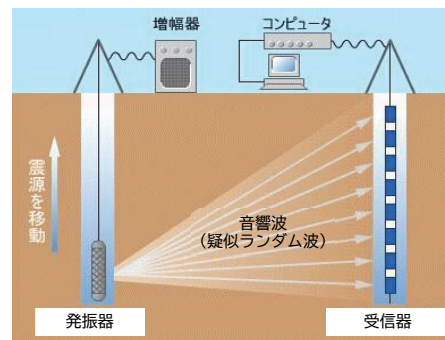
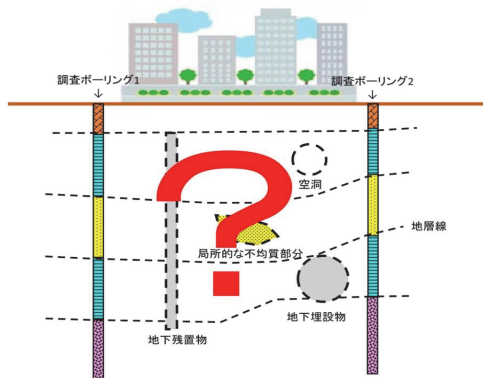


音響トモグラフィの
詳しい内容はここから

Q1. 音響トモグラフィとはどのような技術なのか？

一般的なボーリング調査はその位置の地盤情報しか得られませんが、**音響トモグラフィは地層構造を連続的に可視化できる弾性波探査技術の一つです。**従来の弾性波探査との違いは、「疑似ランダム波」と呼ばれる特殊な波を用いているため「広範囲」かつ「高精度」の調査が可能です。

この技術は JFE シビル(株)が米国のマイアミ大学との共同研究で開発した技術で、当社は 2007 年より JFE シビル(株)と技術提携を行っています。



Q2. 音響トモグラフィではどんなことがわかるのですか？

音響トモグラフィ探査は「**速度**」と「**減衰率**」の2つの情報が取得できるため、それぞれの側面から地盤を評価することができます。

「**速度**」からは地盤の固さ、地層構造、地層分類が分かり、「**減衰率**」からは地盤改良の範囲、空洞や障害物の有無、岩盤中の亀裂、転石や地中ガスの存在等を知ることができます。

速度

到達時間から速度を計算し、地盤の固さ、構造を把握できます。



発振器

到達時間



受信器

減衰率

発振音圧と受信音圧の差から音の減衰を計算し、地盤の密度の差、障害物、空洞を把握できます。



発振音圧

発振器

受信音圧

受信器

Q3. 音響トモグラフィが得意とする事と苦手な事を教えてください。

音響トモグラフィは、地盤情報を連続的に把握することが得意な技術です。例えば、杭施工のための支持層確認や地層の不均質性の評価等です。また、地上部に建物等がありボーリング調査が行えないような場所への適用や昼間の交通騒音下での探査が可能です。反対に、地下水位以深の地盤でしか調査が行えず、勾配の急な地層構成ではその評価が困難である等の適用条件に制約があります。費用面では、一般的なボーリング調査2本に加え、音響トモグラフィも行うとなるとその分コストが増えます。しかし、この2地点間の地層の連続性や不均質性を詳細に把握しようとした場合、ボーリング調査を10本追加してもその連続性は保証されませんが、音響トモグラフィを1断面実施するだけでその目的は達成されます。広範囲の地盤情報を知る必要がある場合は、結果的にコストを抑えることができます。

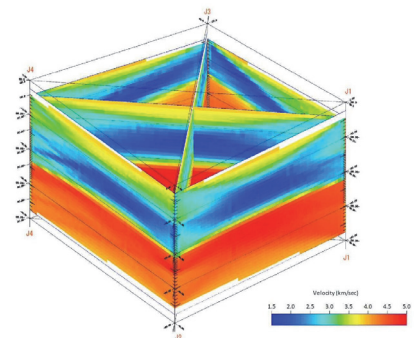
Q4. 当社採用実績について教えてください。

当社では2007年からの導入後、現在年間1~2件の受注があります。主に、建設工事における事前調査（地層構造、地盤の不均質性・不陸の評価、支障物調査、岩盤中の亀裂調査）や地盤改良の効果判定等に適用されていますが、近年では、他社との差別化を図るための技術提案としての採用案件も増えています。特に、複雑な地盤構成が想定される現場では、事前調査として積極的に提案を行っています。多くの方にこの技術を知ってもらえるよう、当社HPに実績報告と研究論文を掲載しています。

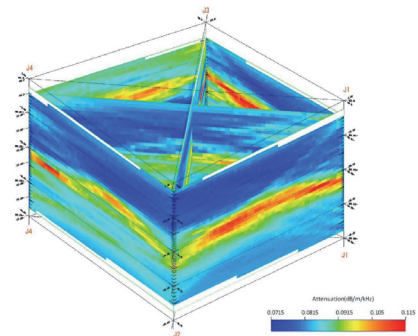
Q5. 最後に将来的な活用方法について教えてください。

まずは、この技術をもっと広く知ってもらうこと、現場で活用されること、そして、通常のボーリング調査や物理探査では手に負えないようなところで積極的に活用されることを望んでいます。

次に、音響トモグラフィは2次元断面を対象とした可視化技術ですが、最終的にはこれをもとに3次元的な地盤構造の推定にもっていきたいと思っています。2次元断面で得られたそれぞれの結果から3次元的な地盤構造を想定するには、情報量が多いためボーリング柱状図にもとづく場合に比べてかなり難易度が上がります。今までの業務で、2次元断面を組み合わせたパネルダイアグラムは成果品として使っていますが、音響トモグラフィで得られる情報は、地層だけでなく、その地層内での不均質性や空洞・支障物等の局所的なものが含まれます。これらを考慮したソリッドモデルの構成は今のところ実現できていません。次の世代に期待したいですね。



(a) 速度分布図



(b) 減衰率分布図

解析結果のパネルダイアグラム表示

6. 研究成果

以下に、2021年(令和3年)4月1日～2023年(令和5年)3月31日までに当社スタッフが関係した对外発表論文リストを示します。

表 6.1 当社研究成果一覧表(2021年(令和3年)4月1日～2023年(令和5年)3月31日)

題目：夢洲2区土地造成工事における地盤変状の把握と管理について	
発行年：	2022年
著者名：	大月 一真, 西口 松男, 伊藤 一典, 大島 昭彦, 白神 新一郎, 稲垣 祐輔, 譽田 孝宏
掲載誌：	Kansai Geo-Symposium 2022 地下水地盤環境・防災・計測技術に関するシンポジウム 論文集
分類：	地形・地質, 現場計測, 地盤の応力と変形・支持力, 数値解析
題目：臨海地区における盛土地盤の変形挙動に関する検討	
発行年：	2022年
著者名：	稲垣 祐輔, 譽田 孝宏, 大月 一真
掲載誌：	第77回土木学会年次学術講演会
分類：	地盤の応力と変形・支持力, 数値解析
題目：臨海地区の土地造成工事における盛土端部の計測管理	
発行年：	2022年
著者名：	大月 一真, 伊藤 一典, 中野 梢, 譽田 孝宏, 稲垣 祐輔, 辻 貴博
掲載誌：	第77回土木学会年次学術講演会
分類：	現場計測, 地盤改良
題目：鉄道線路直下におけるダブルパイプルーフの施工検討・施工管理	
発行年：	2022年
著者名：	山地 保弘, 竹川 健太, 譽田 孝宏, 劉 通剣
掲載誌：	第77回土木学会年次学術講演会
分類：	地盤改良, 数値解析
題目：鉄道線路直下のダブルパイプルーフ施工時における地盤挙動に関する検討	
発行年：	2022年
著者名：	山内 雅基, 稲垣 祐輔, 大谷 良輝, 岡崎 光宏
掲載誌：	第77回土木学会年次学術講演会
分類：	現場計測, 数値解析
題目：Use of underpinning, horizontal jet grouting and ground freezing for ground stabilization to control settlement of existing MRT tunnels during construction of a link-way and railway tunnels for a new MRT line in Singapore	
発行年：	2021年
著者名：	Kaoru Hashida, Tadashi Hashimoto, Yong Kwet Yew, Ramesh Nair, John Busbridge
掲載誌：	Geotechnical Aspects of Underground Construction on Soft Ground
分類：	地中構造物・トンネル・シールド, 地盤改良

題目：Tunnel lining behaviors of close proximity large diameter parallel shield tunnels	
発行年：	2021年
著者名：	T.Hashimoto, J.Nagaya, M.Isa, K.Fujiwara
掲載誌：	Geotechnical Aspects of Underground Construction on Soft Ground
分類：	地中構造物・トンネル・シールド
題目：大規模掘削に伴う掘削側地盤の水平地盤反力係数に関する検証	
発行年：	2021年
著者名：	猿渡 隆史, 吉川 登代子, 吉田 晋, 山田 孝弘, 丸山 達彦, 稲垣 祐輔, 山内 雅基, 譽田 孝宏
掲載誌：	土木学会論文集 F1, Vol.77, No.1
分類：	現場計測, 地盤の応力と変形・支持力, 土留め掘削・変形・土圧・アンカー, 数値解析
題目：軟弱粘性土地盤での大規模開削工事における計測管理	
発行年：	2021年
著者名：	益井 大樹, 平岡 幹上, 山内 雅基, 宮本 康隆, 譽田 孝宏
掲載誌：	第76回土木学会年次学術講演会
分類：	現場計測, 地盤の応力と変形・支持力, 土留め掘削・変形・土圧・アンカー
題目：デジタルカメラ画像による斜面変位計測	
発行年：	2021年
著者名：	丸屋 孝広, 有本 弘孝, 小野 徹
掲載誌：	電力土木, No.411
分類：	現場計測, 斜面安定
題目：近接施工に伴う既設構造物への影響予測解析	
発行年：	2021年
著者名：	譽田 孝宏, 鈴木 誠, 中井 照夫
掲載誌：	地盤工学会誌(WEB版), Vol.69, No.2, Ser.No.757
分類：	現場計測, 地盤の応力と変形・支持力, 土留め掘削・変形・土圧・アンカー, 地中構造物・トンネル・シールド, 数値解析
題目：軟弱粘性土地盤における開削工事に伴う近接鉄道営業線への影響予測解析	
発行年：	2021年
著者名：	稲垣 祐輔, 吉田 晋, 丸山 達彦, 譽田 孝宏
掲載誌：	地盤工学会誌(WEB版), Vol.69, No.2, Ser.No.757
分類：	現場計測, 地盤の応力と変形・支持力, 土留め掘削・変形・土圧・アンカー, 数値解析



当社論文の掲載ページです。
<https://geor.co.jp/research/>

GRI

Geo-Research Institute

株式会社 地域 地盤 環境 研究所

●お問い合わせ先

総務部 06-6943-9705(代表)

<https://geor.co.jp/>



本社

〒540-0008 大阪市中央区大手前2丁目1番2号 国民會館大阪城ビル4F

TEL:06-6943-9705 FAX:06-6943-9709

東京事務所

〒113-0034 東京都文京区湯島1丁目8番4号 山川ビル2F

TEL:03-3812-4792 FAX:03-3812-4793

名古屋事務所

〒464-0856 名古屋市千種区吹上1丁目1-8 SPHIA IZUMO 706

TEL:052-734-4426 FAX:052-734-4426