

GE FORUM 2023 in SHIZUOKA

ジオフォーラム 静岡

技術
発表

高密度表面波探査による
地下構造の推定について

(株)ジーベック
武井 諒

孔内カメラによる
集排水ボーリング孔の
画像診断について

(株)ランドテクト
日野 和治

脱水ケーキと富士砂防砂礫の
混合による浚渫土砂の利用検討

(株)東日
川里 なえ

“突然”崩れた斜面への挑戦
～斜面崩壊から発生原因と着工まで～

静岡県交通基盤部道路局道路整備課
鈴木 康平

砂防堰堤設計の事例
地質的リスクへの対応

不二総合コンサルタント(株)
生熊 純也

単位体積重量の実測値と
一般値との比較

日本エルダルト(株)
西浦 乃吾, 大場 椋斗, 廣田 駿太

new technology

idea

knowledge

experience

new mechanism

次世代に求められるモノ

design

challenge

geo forum in shizuoka

特別
講演

デジタルツインによる
「まち」づくり

～VIRTUAL SHIZUOKA構想～

静岡県デジタル戦略局 参事
杉本 直也

2023.11.10 FRI

場所 しずぎんユーフォニア (静岡市葵区追手町1-13 アゴラ静岡8F) 時間 午前10時～午後4時30分

●お問合せ ●(一社)静岡県地質調査業協会 事務局 TEL.054-247-3316 FAX.054-246-9481

●主催 ●(一社)静岡県地質調査業協会 ●共催 ●(一社)建設産業団体連合会、(一社)中部地質調査業協会 ●協賛 ●静岡県道路協会、全国治水砂防協会静岡県支部

プログラム

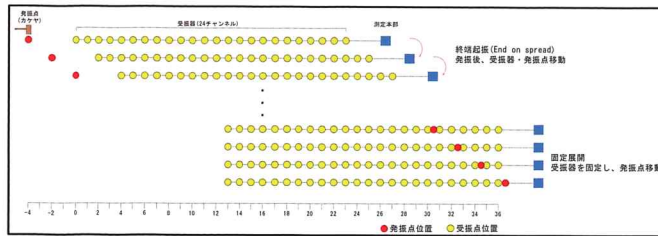
10:00~10:10		開会挨拶(会長) (一社)静岡県地質調査業協会 会長 松浦 好樹
10:10~10:40	技術発表	高密度表面波探査による地下構造の推定について (株)ジーベック 武井 諒
10:40~11:10		孔内カメラによる集排水ボーリング孔の画像診断について (株)ランドテクト 日野 和治
11:10~11:40		脱水ケーキと富士砂防砂礫の混合による浚渫土砂の利用検討 (株)東日 川里 なえ
11:40~13:00		昼休み
13:00~13:30	技術発表	“突然”崩れた斜面への挑戦 ~斜面崩壊から発生原因と着工まで~ 静岡県交通基盤部道路局道路整備課鈴木 康平
13:00~14:00		砂防堰堤設計の事例 地質的リスクへの対応 不二総合コンサルタント(株) 生熊 純也
14:00~14:30		単位体積重量の実測値と一般値との比較 日本エルダルト(株) 西浦 乃吾、大場 椋斗、廣田 駿太
14:30~14:50		休憩
14:50~16:20	特別講演	デジタルツインによる「まち」づくり ~VIRTUAL SHIZUOKA構想~ 静岡県デジタル戦略局 参事 杉本 直也
16:20~16:30		講評 静岡理科大学 理工学部土木工学科 中澤 博志 教授
16:30~16:40		閉会挨拶 (一社)静岡県地質調査業協会副会長 土屋 靖司

1.はじめに

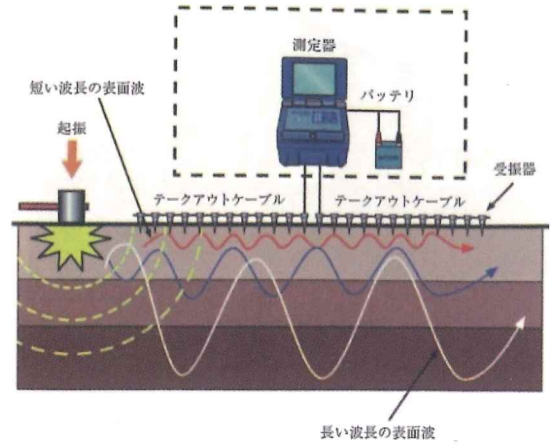
表面波探査は、地表面を伝わる表面波(レイリー波)の伝播速度を利用した物理探査手法であり、比較的浅部(深度10~20m程度まで)の地盤状況を詳細にとらえられることから、河川堤防・宅地地盤の緩み検出や支持層・岩頭線の確認に用いられている。ただし、探査箇所の地形・地層条件によっては、適用が難しい場合がある。そこで、表面波探査の実施における適用条件について、現場での探査事例から検討する。

2.表面波探査の測定方法

高密度表面波探査の測定は、測線上に等間隔で受振器を多数設置し、一定間隔で起振した波動を多チャンネルで受振する。測定方法(ジオメトリ)は測線上の受振点を一定間隔で移動させ終点部で起振する、終端起振方式を採用する。受信器間での受振時間の差から到達した表面波の伝播速度を計算する。

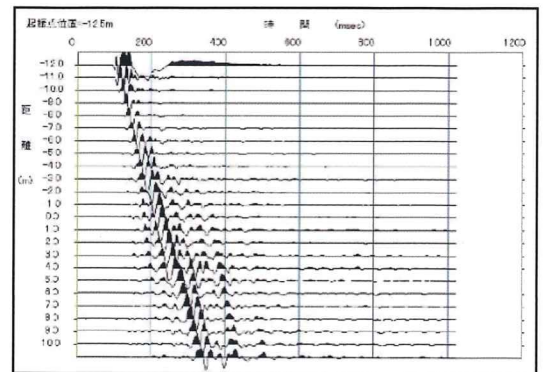


終端起振方式 模式図



表面波測定のご概念図

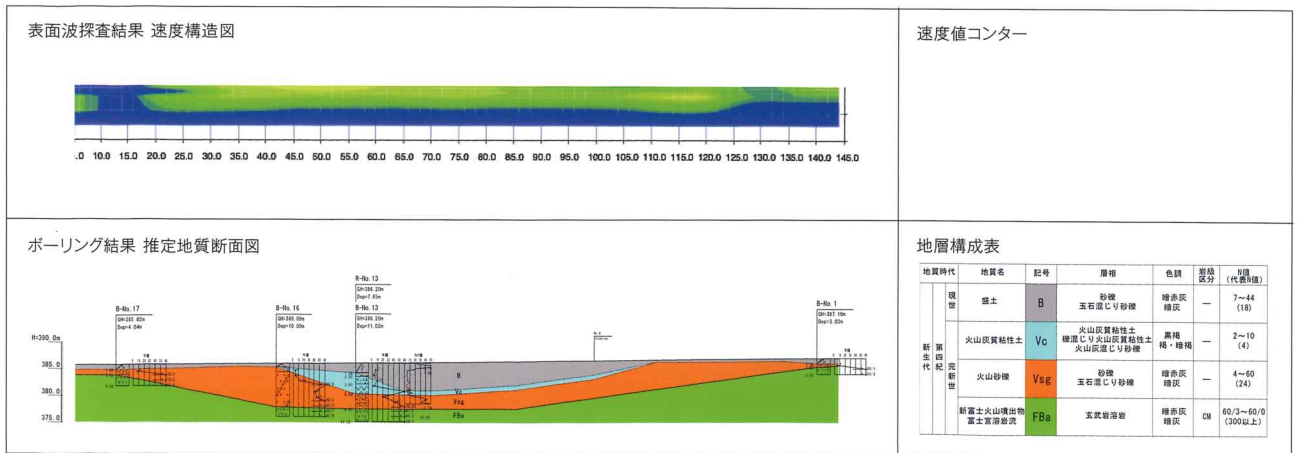
出典)地質調査要領, (財)経済調査会, 2015.P411



受振波形図

3.探査・解析結果事例

以下に挙げる富士宮市の現場では玄武岩溶岩が基盤岩として分布し、その上位に火山砕屑物と盛土が分布している。当該地では、広域での溶岩分布が課題であり、ボーリング間での分布状況を線・面的に把握する必要があった。表面波探査結果である速度構造図では全体に深度10m前後で速度値コンターが高速域(青色)を示している。地質断面図と比較すると、コンターの速度境界はボーリング箇所で確認した溶岩の出現深度と一致する。



4.まとめ

上記に挙げた現場では、地層を構成する土砂・岩盤の強度差が明確であったため、速度構造の境界を明瞭に捉えられたと考えられる。一方で、密な砂礫や風化岩等、速度差が小さい層構造をなす地層では、境界が不明瞭となる場合もある。ボーリング調査と併用し、点情報から線につなげることで、より正確な地盤情報の把握が期待できる。

これまで地すべり対策工の内、地下水排除工の水抜きボーリング工については、経年的に湧水量が低下することが経験的に分かっていた。また、その機能回復手段として、高圧洗浄が行われてきた。その効果は、湧水量の変化や検尺棒の挿入長の変化として捉えられてきた。しかし、孔内にカメラを入れて、直接視認して洗浄効果を確認できないかと考え、孔内カメラを洗浄する孔内に入れて動画もしくは静止画として記録した。その結果について報告する。

洗浄の対象とした水抜きボーリング工は、中部農林事務所管内の崩野地区の地下水排除工と西部農林事務所管内の大代地区の地下水排除工である。崩野地区の地下水排除工は、平成14年度および平成16年度に実施されたボーリング暗渠工である。何れもガス管を保孔管としており、施工から20年程度経過している。大代地区の地下水排除工は、昭和58年度に実施された横孔ボーリング工で、ガス管を保孔管としており、約40年経過している。

以下に、洗浄後の孔内の画像を示す。

写真-1は典型的な水面下の洗浄後の孔内である。孔壁が赤や黄、青等の斑模様となっていて、ガス管が錆びてこのような状態を呈しているものと考えられる。

写真-2は保孔管の管底に硬化した堆積物が溜まっている状態である。洗浄でも除去できないもので、カメラが挿入不能となる。

写真-3は保孔管が破損している状況を捉えた画像である。保孔管が酸化等により脆くなったことが原因と考えられる。

写真-4は保孔管内に植物の根が伸びている状態である。高圧洗浄でも根の切断は殆ど出来ないため、除去する別の手段を考える必要がある。代表的な4枚の写真を紹介した。画像診断では、孔内の流水区間の判定が容易であり、地下水の湧水区間として孔口からの深度で捉えられるほか、孔内への地下水流入が直接視認できた箇所もあり、有効な判定方法と考えられる。

実施に当たっては、静岡県中部農林事務所および西部農林事務所をはじめ、地すべり巡視員等地元の方々に多大なご協力・ご援助を頂いた。記して感謝の意を表するものである。



写真-1. ガス管の保孔管の様子 (水面下)

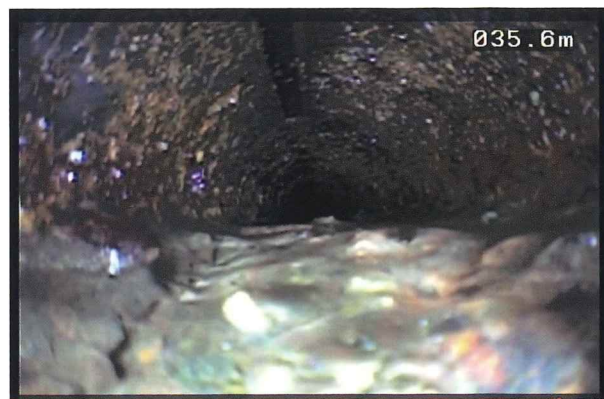


写真-2. 管底に溜まった堆積物

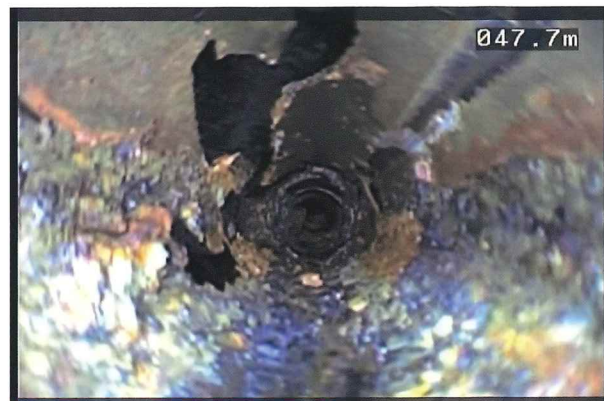


写真-3. 保孔管が破損している状況



写真-4. 保孔管内に植物の根が伸びている

1. 経緯と目的

掘込港湾である田子の浦港は、沼川や潤井川等から土砂が流入・堆積するため毎年浚渫を行っており、浚渫土砂の有効利用について多面的に検討を行っている。浚渫土砂を分級脱水処理することによって発生する細粒分(以下「脱水ケーキ」)の処理・活用方法検討の一つとして、本業務では脱水ケーキと富士山の沢尻崩れで発生する土砂(以下「富士砂防砂礫」)を混合した試料の土質試験を行い、盛土材料の規格に適合する混合割合(できるだけ脱水ケーキの多い割合)を模索した。

2. 調査方法

使用した脱水ケーキは、沼川を由来とする粘性土分の多い試料で、沼川3号野積場の西側より採取した。混合する砂礫は、長期的に安定した供給が見込まれる富士山大沢扇状地の砂礫を利用した。試料は大沢川遊砂地第8床固工より採取した。適合性を検討する盛土材料の規格は『建設発生土利用技術マニュアル』の建設発生土「第2種」と、『静岡県盛土材料取扱基準』による「路体材」とした。盛土材料の各品質規格に適合する脱水ケーキ配合を検討するため、脱水ケーキと富士砂防砂礫を6パターンで混合した試料を作成し、土質試験を行った。

3. 土質試験結果と盛土材料としての適否判定

◆建設発生土「第2種」: コーン指数800kN/m²以上、かつ工学的分類が砂質土か礫質土である必要がある。コーン指数は、脱水ケーキ、混合試料6パターン、富士砂防砂礫の全てで800kN/m²以上となった。工学的分類が砂質土または礫質土であるのは、脱水ケーキ:富士砂防砂礫=3:2より砂礫の混合割合が多い試料であった。以上より、建設発生土区分「第2種」の適否境界は3:2と2:1の間となった。

◆県「路体材」: 品質規格(1)~(4)に適合する必要がある。

(1) 4,750μmフルイを通る試料の中に占める75μmフルイパス分が50%以下と(3) 変状土CBR5以上に適合したのは、脱水ケーキ:富士砂防砂礫=1:1より砂礫の混合割合が多い試料で、(2) 425μmフルイパス分のIPが30以下は、3:2より砂礫の混合割合が多い試料で適合した。(4) 最大粒径300mmについては、富士砂防砂礫の粒度調整を行うことで適合することとした。以上より、「路体材」の適否境界は1:1と3:2の間となった。



写真-1 脱水ケーキ(沼川)(母材)



写真-2 富士砂防砂礫(母材)

表-1 盛土材料としての適否判定と推奨する混合割合

重量比		建設発生土			路体材の適用基準						
脱水ケーキ 沼川	富士砂防砂礫 第8床固工	工学的分類名	コーン指数 (kN/m ²)	区分	規格(1) 細礫以下に占める 粘性土分≦50%		規格(2) φ0.425mm以下の IP≦3.0		規格(3) 変状土CBR≧5		路体材 適否
					(%)	判定	試験値	判定	試験値	判定	
砂礫(母材)		細粒分混じり砂質礫	5,154	第2a種	10.9	○	NP(0.0)	○	160.0	○	○
6 パ タ ー ン	1 : 3	細粒分質砂質礫	4,701	第2a種	27.2	○	16.1	○	48.1	○	○
	1 : 2	細粒分質礫質砂	3,494	第2b種	34.2	○	21.4	○	29.8	○	○
	2 : 3	細粒分質砂質礫	2,244	第2a種	41.0	○	21.2	○	12.7	○	○
	1 : 1	細粒分質礫質砂	1,691	第2b種	48.1	○	28.3	○	7.5	○	○
	3 : 2	細粒分質砂質礫	1,179	第2a種	56.6	×	25.9	○	2.9	×	×
	2 : 1	砂礫質有機質粘性土	1,130	第3b種	62.4	×	32.9	×	2.8	×	×
脱水ケーキ(母材)		砂混じり有機質粘性土	840	第4b種	90.6	×	37.0	×	1.3	×	×

— 適否の境界

■ 推奨する混合割合

また土質試験から脱水ケーキと富士砂防砂礫は同じ箇所から採取した試料であっても粒度組成に幅がある事が分かったため、粒度組成幅を考慮した安全側(砂礫の混合割合が多い側)の混合割合を推奨するとともに、実用にあたっては盛土材料の土質試験や試験施工を行い、業務結果を検証する必要がある。

1.はじめに

令和2年4月12日、西伊豆町仁科の国道136号において、変状がほとんど見られない吹付法面が突然崩壊した。本稿では、崩壊発生後の「応急措置」、並びに崩壊が発生した「原因」とその後の「対策」について述べる。

2.災害の概要

写真-1斜面崩壊(1回目)本現場は、復旧工事に着手するまでに2回崩壊している。初回の令和2年4月12日は、吹付法面の中腹から表層が崩壊した(写真-1)。災害発生後は土砂等の撤去を行い、約8時間後に片側交互通行で解放した。応急復旧として、雨風による浸食を防ぐため崩壊面をブルーシートで覆い、通行の安全を確保するため仮設防護柵を設置した。
写真-2斜面崩壊(2回目)2回目の崩壊は、令和2年7月2日に発生した(写真-2)。その際、仮設防護柵が倒壊し1日半の通行止めとなり、住民の生活に多大な影響を及ぼした。3回目の崩壊が起きないように、雨風による浸食を完全に防ぐ必要があると判断し、モルタル吹付を行った。吹付完了から復旧工事着手まで約3ヶ月間で20mm/h以上の雨を3回観測したが、再崩壊することはなかった。2回目の崩壊後からは応急復旧が完了するまでの間、降雨による再崩壊の危険があると判断し、積算雨量120mm以上の降雨で通行止めとする規制を行った。

3.崩壊のメカニズムと対策

図-1断面図(模式図)図-1は、地質調査結果の模式図である。調査結果から、地山の上部は「浸透性の高い砂層」、下部は「浸透性が低く風化しやすい凝灰岩盤層」であることが分かった。

初回の崩壊が発生した10日前から5mm/日を超える降雨は発生していないことから、浸透水圧の増加が原因とは考えにくい。このことから、長年の浸透水により岩盤層の風化が進み、地山の自立が困難となったこと、風化により岩盤層の膨張し吹付が割れたことが主な原因と考えられる。

図-2対策工標準横断面図2回目は、梅雨時期の連日の雨と前日の雨(73mm/日)により不安定になっていた土塊が崩れた。そのため、対策としては、「残存している不安定土塊を撤去」した上で、「自立が困難となった法面上部の安定化」と「浸透水の排水」を行うこととした。(図-2)

4.まとめ

本災害を受け、学んだことが2つある。

1つ目は「崩壊した現場を経過観察しながら、状況に応じた追加の対策を再検討する重要性」である。追加の法面対策の再検討にあたっては、地質調査結果から、水平排水工や水抜きパイプを多めに設置することも必要であると感じた。写真-3完成写真2つ目は「情報発信の重要性」である。仮設モルタル吹付が完了するまでの間、1度だけ積算雨量120mmにより通行止めとなった結果、現場にて通行者からクレームを受けた。そのため、現在ではTwitterやインスタでも規制情報の発信を行っている。

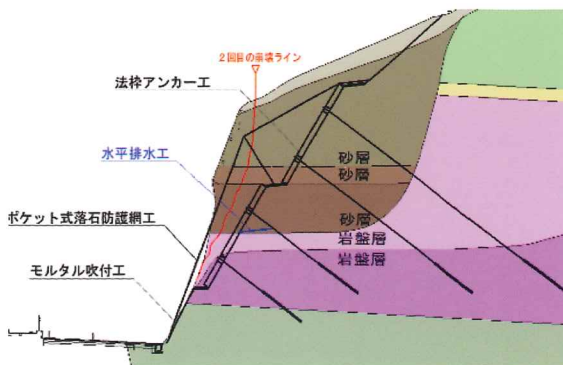
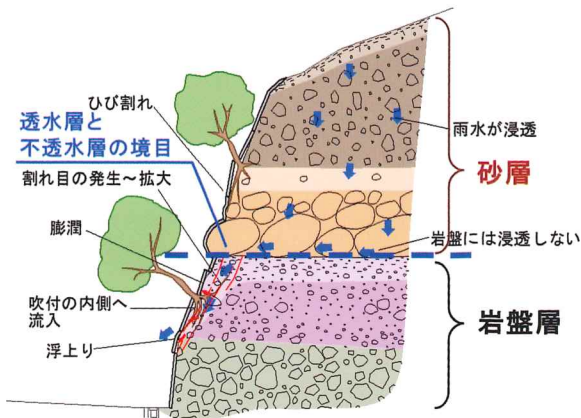
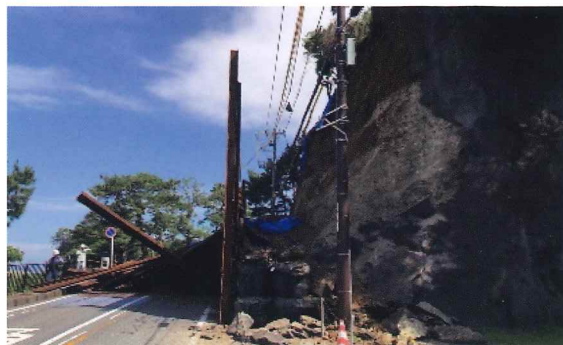


図-2 対策工標準横断面図



写真-3 完成写真

1.概要

設計者から考える地質・土質調査は、一般に安全でかつ機能的な構造物をできるだけ経済的に建設し、さらに維持管理するために必要な情報を得るために行うものである。設計者は、想定されるリスクに対し、検討に必要な調査を提案することが重要である。ここでは、砂防堰堤設計を例に、想定されたリスクとその対応について紹介する。

2.事例の紹介

(1)業務概要

業務名称：大津谷川支川手水ヶ谷砂防に伴う砂防堰堤詳細設計

発注者：静岡県島田土木事務所

業務目的：本業務は、手水ヶ谷における経済的かつ効果の高い砂防堰堤の詳細設計、施工計画および仮設計画を行う目的とした。

箇所概要：計画地は、静岡県島田市野田地先に位置する土石流危険渓流である。

谷出口には保全対象として民家および中学校があり、土石流発生時には人的被害が想定される渓流である。

(2)想定されたリスク

砂防堰堤の計画、設計にあたり「①当初計画位置での効果的な土砂の捕捉が可能か」また右岸と左岸で斜面勾配および地層構成が異なることから「②施工後の周辺斜面の安定化」が主な課題であった。

(3)課題点への対応

①施設効果および堰堤施工による周辺環境への影響比較

- ・現地踏査より、当初計画位置から下流における土砂流出等の発生があるか確認した。
- ・地形勾配変化点から谷出口(保全対象直上)までの区間で、どの位置が経済性に優れかつ地形改変を最小限とできるかを比較検討した。

委託箇所②堰堤施工による切土斜面の安定対策工法の選定

- ・堰堤袖部での地質調査を提案し、地層構成および条件を確認した。
- ・斜面安定解析結果より、各袖部における対策工法を提案した。

(4)評価

堰堤位置を当初計画よりも下流へ移動することで、経済的かつ効果的に土砂の捕捉が可能であり、地形改変も小規模となる配置とした。また、斜面の評価を行い地形地質条件に適合する斜面对策工法とすることができた。

3.まとめ

砂防堰堤は、比較的大型の構造物であるため施工に伴う周辺への影響も大きい。堰堤位置の決定は、周辺地形の形状や地質を把握し地形改変等の影響を最小限とすることが重要である。砂防堰堤設計の場合、地質調査は堰堤位置の決定後に実施されることが一般的であるため、発注者、地質調査担当者、設計者のそれぞれが計画地の地質リスクを共有し、適切な調査を立案、実施していくことが重要である。

1.はじめに

地質調査で提案する物性値として、単位体積重量 γ_t (kN/m³)が挙げられる。 γ_t は土質の種類及びN値分布から一般値¹⁾を参考に指定することが多い。岩盤においては式-1に示す(標準貫入試験)N値との関係式²⁾も示されている。また、地すべり安定解析では、道路土工に示される一般値(18kN/m³)³⁾が使用されることが多い。しかしながら、上記の一般値及び関係式は目安であり、実際の値との乖離が懸念される。本稿は、 γ_t の実測値と一般値及び関係式を比較し、 γ_t を提案する際の妥当性について検証した。 $\gamma_t=1.173+0.4 \times \log_{10} N$ [$\times 9.807$ kN/m³]…式-12)

2.計測方法

調査業務にて採取したボーリングコアのうちコア採取率100%のものを計測の対象とした。本稿において、ボーリングコアは円柱状であると仮定し、体積を算出した。半径はコアチューブの内径と同値とし、 $\phi 66$ のコアは0.0249m、 $\phi 86$ のコアは0.034mとした。質量はコアスリーブに包まれた状態で測定し、長さは質量測定に用いた部分を定規で測定した。以上よりコアの質量と体積を求め、これをもとに γ_t を算出した。

3. γ_t の集計と文献との比較

(1)砂礫の一般値と実測値の比較

礫質土に分類される土質のうち3種類についてそれぞれ集計を行った(図-1)。

a:砂礫 b:玉石混じり砂礫 c:シルト混じり砂礫

集計の結果、全体的に一般値より大きい値を示すものの、ばらつきが大きく一般値とかけ離れることもあるとわかった。また、このばらつきは構成する粒子の種類や礫率の差により生じていた。図-1砂及び砂礫の γ_t

(2)岩盤のN値- γ_t 回帰直線の比較

岩盤について、文献では岩盤の種類を問わず、N値との関係式が示されている。本稿の集計結果と回帰直線を図-2に示す。本稿の計測で得られた回帰直線と文献で示される回帰直線を比較したところ、傾きが小さく切片が大きい結果となった。しかし回帰直線の決定係数は低く、岩盤全体で考えた場合、N値と γ_t の関係に有意性は見出せない。

(3)地すべり土塊の一般値と実測値の比較

地すべり土塊について、以下5つの岩盤を起源とする地すべり移動土塊について集計を行い、その結果を図-3に示す。

A:白亜紀-泥質岩,玄武岩,チャート

B:古第三紀-泥質岩

C:古第三紀-砂岩頁岩互層

D:古第三紀-泥質岩

E:新第三紀-砂岩

A~D土塊の平均値は18kN/m³を大きく上回る結果となり、E土塊の平均値は、18kN/m³を下回る結果となった。

4.まとめ

本稿では、コアを用いた実測値から γ_t を算出し、一般値との比較を行った。その結果、一般値から大きく逸脱した値が確認された。以上より、一般値を無条件に使用せず、本稿で示したような計測を実施するのがよいと考える。

(引用・参考文献)

(社)日本道路協会(2012):道路土工 擁壁工指針, p. 66.

設計要領第二集,橋梁建設編(2016):(株)高速道路総合研究所, p. 4-7.

(社)日本道路協会(2009):道路土工 切土工・斜面安定工指針, p. 399.

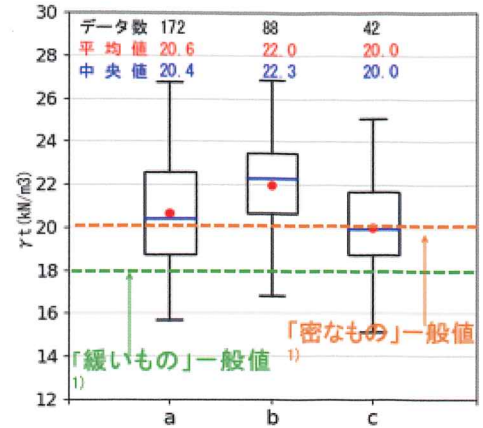


図-1 砂及び砂礫の γ_t

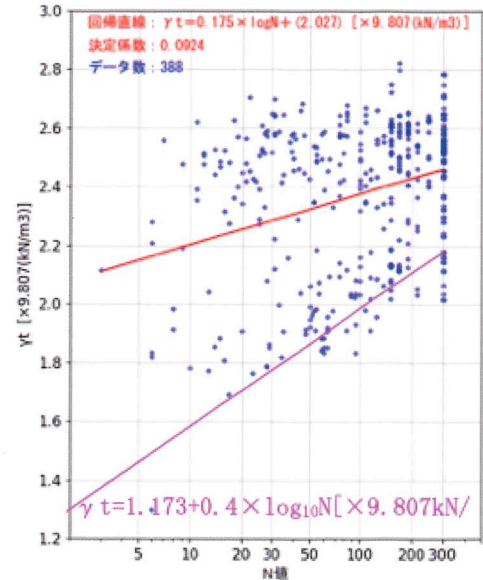


図-2 γ_t -N値の散布図

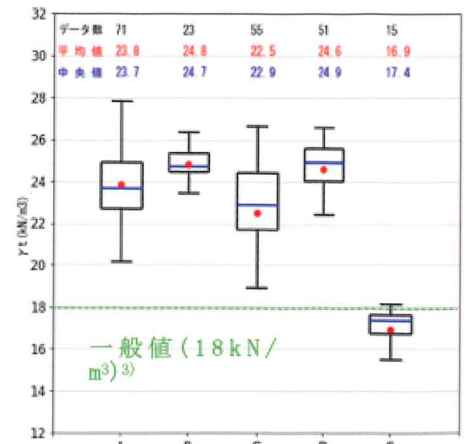


図-3 地すべり土塊の γ_t



- 氏名・所属

杉本 直也(スギモトナオヤ)
静岡県デジタル戦略局 参事

- 経歴

1971年静岡県藤枝市生まれ
1994年に土木技師として静岡県入庁
静岡県GIS、ふじのくにオープンデータカタログの構築を担当
昨年度まで、i-Construction、VIRTUAL SHIZUOKA構想、
自動運転関連業務を担当
現在は、産学官金のオープンイノベーション推進を担当

- その他所属

Code for Kakegawa副代表理事
静岡大学情報学部(土木情報学研究所)客員教授
東京大学空間情報科学研究センター協力研究員

- 委員など

推奨データセット検討委員会(デジタル庁:2022年~)
地域情報化アドバイザー(総務省:2021年~)
測量行政懇談会 基本政策部会(国土地理院:2020年~)
地盤情報活用検討会(総務省:2016~2018年)
オープンデータ自治体普及作業部会(内閣官房:2015~2017年)

- 講演タイトル

デジタルツインによる「まち」づくり
~VIRTUAL SHIZUOKA構想~

- 講演概要

近年、急激な人口減少・少子高齢化による担い手不足、自然災害の激甚化や社会インフラの老朽化など、課題が深刻化しています。静岡県では、深刻化する課題に対応するため、新たな社会インフラとして県下全域をレーザスキャナ等で広範囲に測量し、点群データの取得とオープンデータ化を進め、仮想空間の中に県土を再現する「VIRTUAL SHIZUOKA構想」を推進しています。本フォーラムでは、点群データを「デジタルツイン」の基盤データとして、生産性向上や新たな価値の創造を目指す取り組みについて紹介します。

一般社団法人 静岡県地質調査業協会

事務局

〒420-0937 静岡市葵区唐瀬1丁目17番34号 TEL.054-247-3316 FAX.054-246-9481

会長 松浦 好樹 (株)ジーベック 代表取締役

国土交通大臣登録	代表者	住所・電話・FAX
(株)富士和	土屋 靖司	〒422-8055 静岡市駿河区寿町12番43号 TEL.054-287-7070 FAX.054-287-3930
(株)ジーベック	松浦 好樹	〒420-0937 静岡市葵区唐瀬1丁目17番34号 TEL.054-246-7741 FAX.054-246-9481
日本エルダルト(株)	浅川 実	〒420-0068 静岡市葵区田町5丁目61番地 TEL.054-254-4571 FAX.054-221-0501
(株)建設コンサルタントセンター	小田 秀昭	〒424-0064 静岡市清水区長崎新田123番地 TEL.054-345-2155 FAX.054-348-2585
(株)グランドリサーチ	小暮 充範	〒421-0113 静岡市駿河区下川原5丁目4番5号 TEL.054-259-0939 FAX.054-258-8740
東洋地研(株)	山本 貢司	〒410-0001 沼津市足高551番地の5 TEL.055-921-4888 FAX.055-921-4898
土屋産業(株)	土屋 国彦	〒410-0888 沼津市末広町274番 TEL.055-963-0590 FAX.055-963-0757
(株)東海建設コンサルタント	齋 秀之	〒410-0811 沼津市中瀬町5番1号 TEL.055-931-0625 FAX.055-932-7170
(株)中野地質	中野 雄介	〒425-0036 焼津市西小川2丁目5番地の17 TEL.054-627-1395 FAX.054-626-0699
静岡コンサルタント(株)	二村 繁晴	〒411-0804 三島市多呂128番地 TEL.055-977-8080 FAX.055-977-8731
(株)東日	芹澤 秀樹	〒410-0022 沼津市大岡2240番地の16 TEL.055-921-8053 FAX.055-924-8122
(株)フジヤマ	藤山 義修	〒430-0946 浜松市中区元城町216番地の19 TEL.053-454-5892 FAX.053-455-4619
(株)ランドテクト	岡野 直次	〒424-0038 静岡市清水区西久保1丁目5番16号 TEL.054-363-3270 FAX.054-363-2663
不二総合コンサルタント(株)	牧田 敏明	〒433-8112 浜松市北区初生町889番地の2 TEL.053-439-6111 FAX.053-439-6129
昭和設計(株)	荒山 晃	〒420-0006 静岡市葵区若松町41番1 TEL.054-252-1820 FAX.054-252-1840

令和5年6月現在

GE● FORUM 2●23 in SHIZU●KA

ジオフォーラム 静岡

一般社団法人 静岡県地質調査業協会

TEL.054-247-3316 FAX.054-246-9481

info@s-geo.com

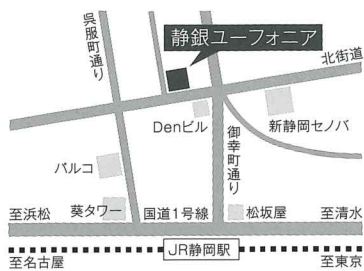
www.s-geo.com

会場のご案内

静銀ユーフォニア

静岡市葵区追手町1-10

アコラ静岡ビル8F



当日、駐車場はありませんので公共交通機関をご利用ください。