



中部ミニフォーラム  
優秀論文

2022



# 材料試験における試料の再利用が各種地盤材料特性に及ぼす影響

中部土質試験協同組合 ○竹内 啓介 清水 亮太 石原 聖子 池田 謙信 法安 章二

## 1. はじめに

現場にて採取された試料が、実施予定の試験項目に対して必要量に足りない場合がある。予備試料を用いても不足した量を補えない場合、一度試験に用いた試料を試験実施前の含水状態に戻して再利用することもあるが、土質性状によっては元の状態に戻らず、試料が本来有するものとは全く異なる材料特性を示すこともある。

本研究では、典型的な砂と粘土の混合土を用いて、締固め試験を同一試料に対して繰り返し実施した。また、繰り返し回数ごとに各種地盤材料試験を実施することで、試料を再利用する過程で生じる物理特性および材料特性の変化について調べた。

## 2. 試験試料および試験方法

試料は珪砂6号および青粘土を乾燥重量比1:1で混合したものを使用した。この試料を試料Aとする。

本研究で行った試験の流れを図-1に示す。試料の再利用を再現するために、同一試料に対して締固め試験を計3回実施した。また、締固め試験を繰り返す過程で地盤材料特性がどのように変化するかを調べるため、締固め試験を実施する度に試験後の試料に対し、土粒子の密度試験、土の粒度試験、土の透水試験をそれぞれ実施した。

なお、各種試験方法の詳細は、文献<sup>1)</sup>を参照されたい。

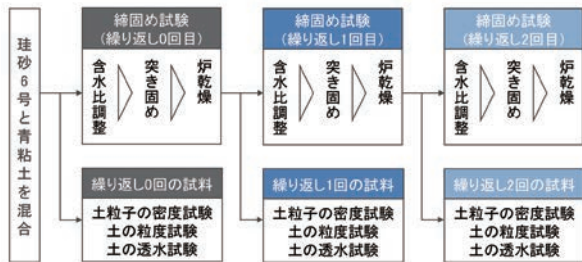


図-1 試験の流れ

## 3. 試料Aの各種試験結果

試料Aの土粒子の密度試験および土の粒度試験結果を図-2に示す。図-2を見ると、土粒子の密度および粒度分布は繰り返し回数によって大きな変化が見られないことが分かる。このことから、試料Aは突き固めによって粒子破碎を生じるような試料ではないと推察される。

次に、試料Aの締固め試験結果を表-1および図-3に示す。最大乾燥密度に着目すると、締固め試験を繰り返す度に徐々に大きくなり、繰り返し0回と比べて繰り返し2回

では約4.3%(0.081g/cm<sup>3</sup>)大きくなっていることが分かる。また、最適含水比に着目すると、締固め試験を繰り返す度に徐々に小さくなり、繰り返し0回と比べて繰り返し2回では2.2%小さくなっていることが分かる。

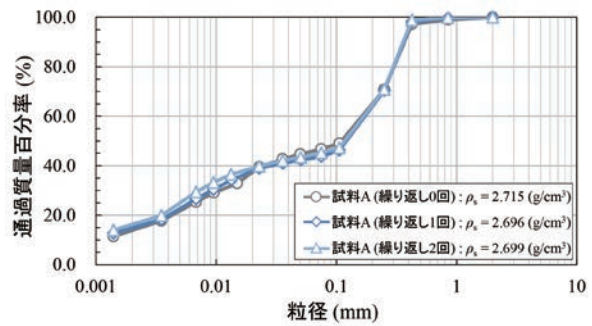


図-2 試料Aの粒径加積曲線

表-1 試料Aの最大乾燥密度および最適含水比

	繰り返し0回	繰り返し1回	繰り返し2回
最大乾燥密度 $\rho_{dmax}$ (g/cm <sup>3</sup> )	1.877	1.924	1.958
最適含水比 $w_{opt}$ (%)	13.1	11.9	10.9

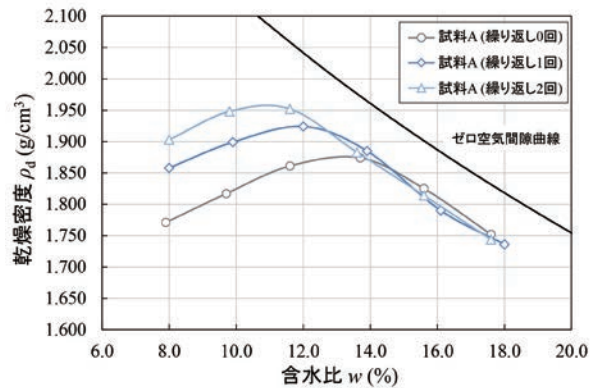


図-3 試料Aの締固め試験結果

このように、締固め試験を繰り返し実施することで、試料の締固め特性が変化することが分かった。一般に、土の締固め特性が粒度分布と関係が深いことは広く知られているが、図-2に示した通り、粒度分布に大きな変化が見られないことから、本研究で得られた締固め特性の変化の原因が粒度分布の変化に依るとは考え難い。

そこで、締固め試験の含水比計測の際に行う試料の乾燥処理と土中の細粒分との関係性を調べるため、珪砂6号および青粘土を乾燥重量比3:1で混合したもの(試料B)を用意し、試料Aと同様の試験を行った。なお、試料B

の細粒分含有率は22.3%であり、試料Aの細粒分含有率45.7%のおよそ0.5倍程度となっている。

#### 4. 試料Bの各種試験結果

試料Bの土粒子の密度試験および土の粒度試験結果を図-4に示す。図-4を見ると、試料Aと同様で土粒子の密度および粒度分布は繰り返し回数によって大きな変化が見られないことが分かる。

次に、試料Bの締固め試験結果を表-2および図-5に示す。最大乾燥密度に着目すると、締固め試験を繰り返す度に徐々に大きくなる傾向は試料Aと同様であるが、繰り返し2回の結果は繰り返し0回より2.4%(0.043g/cm<sup>3</sup>)大きくなっており、試料Aと比べて影響が小さくなっていることが分かる。一方、最適含水比については、繰り返し0回と比べて繰り返し2回では2.2%小さくなっているため、試料Aとほとんど同じ傾向を示した。

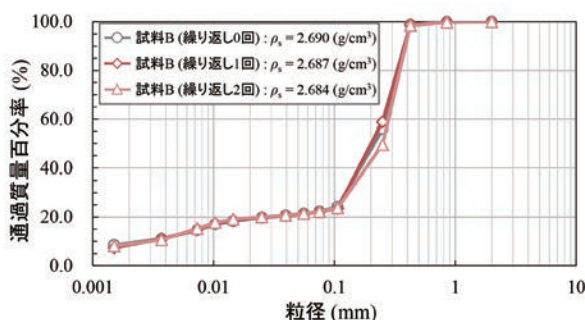


図-4 試料Bの粒径加積曲線

表-2 試料Bの最大乾燥密度および最適含水比

	繰り返し0回	繰り返し1回	繰り返し2回
最大乾燥密度 $\rho_{dmax}$ (g/cm <sup>3</sup> )	1.830	1.843	1.873
最適含水比 $w_{opt}$ (%)	13.2	12.2	11.0

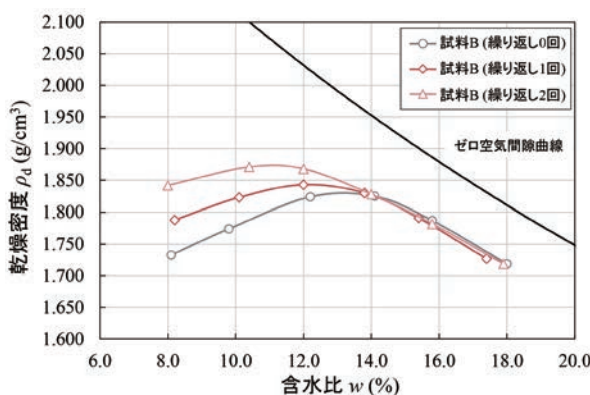


図-5 試料Bの締固め試験結果

土の保水性は土中の細粒分と密接に関係しており、既往の研究<sup>2)</sup>によれば、土は乾燥することで土粒子表面の水に対する結合の仕方に非可逆的な変化を生じるという報告や、乾燥する過程で土粒子が互いに結合して粒子塊を形成し、保水性を低下させるという報告がある。そのため、細粒分の多い試料Aの方が締固め試験を繰り返し実施する過程で行う乾燥処理の影響をより大きく受けたと考えられる。

#### 5. 試料Aおよび試料Bの透水試験結果

透水試験の供試体作製条件について試料A、試料Bともに繰り返し回数0回の締固め試験結果から乾燥密度を締固め度95%、含水比を最適含水比に合わせて作製した。

透水係数と繰り返し回数の関係を図-6に示す。繰り返し回数0回と繰り返し回数1回の透水係数を比較すると、両試料とも一度の繰り返しで透水係数の値が0.1倍程度になっていることが分かる。一般に、乱した試料の透水試験の供試体作製条件は、締固め試験結果を基に決定することが多い。しかし、図-3や図-5を見て分かる通り、一度締固め試験を実施した試料は本来有する締固め特性を大きく変えている。そのため、供試体作製条件を締固め試験結果から決定した場合、締固め度は設定した条件よりも小さく、含水比は本来の最適含水比よりも湿潤側に見積もることとなる。

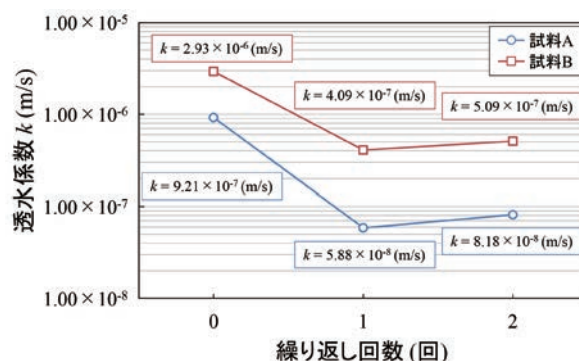


図-6 繰り返し回数ごとの透水係数

#### 6. まとめ

本研究では、典型的な砂と粘土の混合土を用いて、締固め試験を同一試料に対して繰り返し実施するとともに、締固め試験を繰り返す過程で生じる地盤材料特性の変化について調べた。その結果、土粒子の密度や粒度分布に大きな変化は見られなかったが、締固め試験では繰り返す度に最大乾燥密度は大きくなり、最適含水比は小さくなる傾向が見られた。また、透水試験では、一度の繰り返しで透水係数の値が0.1倍程度になっていることが分かった。今回行った試験では、細粒分が少ない試料ほど繰り返しによる最大乾燥密度や透水係数の変化は小さくなったが、これが乾燥処理による粒子界面や保水形態の変化に起因するものであるかは今後も検討していく必要がある。いずれにしても、細粒分が多く含まれる試料を再利用する場合には、試験結果への影響について十分留意する必要がある。

#### 引用・参考文献

1)地盤工学会:地盤材料試験の方法と解説-第一回改訂版-, pp.114-119, 132-157, 393-404, 467-480, 2020.  
 2)伊藤 実:土壌の乾燥による水分保持能力の変化について, 生物環境調節7(1), pp.17-20, 1969-08.



# 仏像構造線破砕帯分布 地域における斜面変状調査の事例

東邦地水株式会社 ○今村 泰基 寺地 啓人

## 1. はじめに

調査対象地は国道沿いの切土のり面に位置する。のり面下部の吹付工にはクラック、のり尻側溝に押し出し破壊等の変状が認められ、応急対策として法尻部に大型土嚢が設置されていた。のり面変状の対策工検討に必要な地質構成や性状等の基礎資料を得ることを目的とした調査事例を報告する。

## 2. 地形地質概要

調査地域の地形は標高150~200m程度の山地と標高50m前後の台地からなり、調査地では道路建設に伴い高さ約30mの長大切土が施工されている。

調査地は秩父南帯と四万十帯の境をなす仏像構造線の破砕帯分布域に位置する。調査地点は構造線の北側である秩父南帯に位置し、秩父南帯は主にチャート、砂岩、砂岩泥互層とごく少量の玄武岩および混在岩から構成される。また、発達する層理面、片理面、劈開面は概ね東北東-西南西走向、高角な北傾斜の構造である。

道路建設時に調査対象のり面では仏像構造線の露頭が確認されており、切土直後には応力開放に伴う崩壊が発生している<sup>1)</sup>。また、構造線の南側に分布する四万十帯はガウジ化しているが、北側に分布する秩父南帯はほとんど圧砕を受けておらず、破砕の程度は地質により異なることが想定された。

## 3. 調査方法

地表面に変状が多く確認された範囲(幅約40m)を対象とし、2箇所でボーリングを実施した(図-1)。

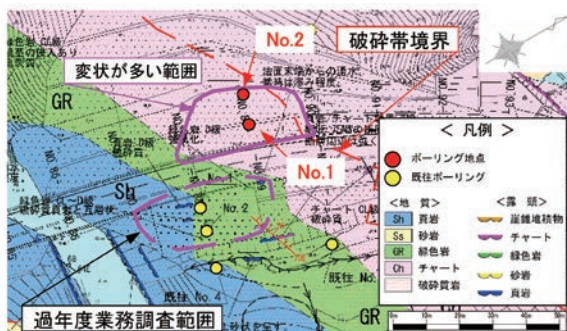


図-1 調査地域の地質平面図

業務期間および対策実施の工程を考慮すると、すべり面調査としてパイプ歪計や孔内傾斜計等の動態観測を実施するには十分な観測期間が設けられず、変動を把握できない可能性があった。

また、調査地は仏像構造線の破砕帯分布域に位置することから、採取されるコアは破砕の影響を受けていると考えられ、コアの採取率や品質低下により、すべり面深度の判定が困難になる恐れがあった。

以上を考慮して以下の調査を計画実施した。

- ・コア採取率向上を目的としたφ86mmのコアボーリング
- ・地質状況を把握するためのボアホールスキャナ観測\*
- ・移動土塊の性状確認のための別孔での標準貫入試験\*\*
- ・地下水位の変動把握のための地下水位観測

※No.1地点のみ実施

## 4. 結果・考察

調査の結果、分布する地質および構造に以下の特徴が認められた。

- ・分布する地質はチャート、珪質泥岩主体であり、一部緑色岩が分布する。
- ・チャートや珪質泥岩は破砕の程度は弱く硬質な部分も残存するが、緑色岩は破砕の程度が強く、一部粘土状コアとなり、分布地質により破砕の程度が異なる。
- ・地質構造のピークはN30°E30°NW、割れ目のピークはN31°E44°NWであり、のり面に対して受け盤構造である(図-2)。
- ・累積割れ目は単調に増加する傾向が認められ、開口割れ目は認められない(図-3)。
- ・地下水位観測では降雨に伴う水位の上昇が確認された。

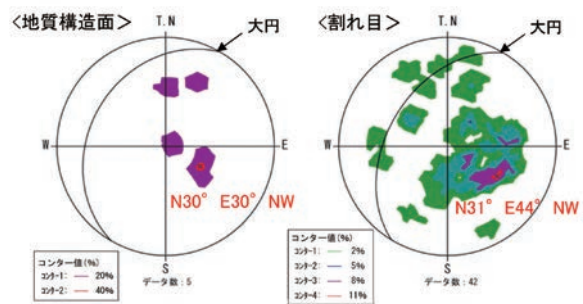


図-2 コンター図(地質構造面, 割れ目)

調査地域は破砕帯分布域に位置しており、ボーリングコアおよびボアホールスキャナ解析で確認した割れ目は主に断層の影響によるものであると考える。

深度2.5mで無構造的破砕が確認され、累積割れ目に増加が認められた。以上より、斜面変状は破砕部を弱部として発生した初生すべりと推測し、対象のり面における地質推定断面図(図-4)を作成した。変状が発生した要因として以下が考えられる。

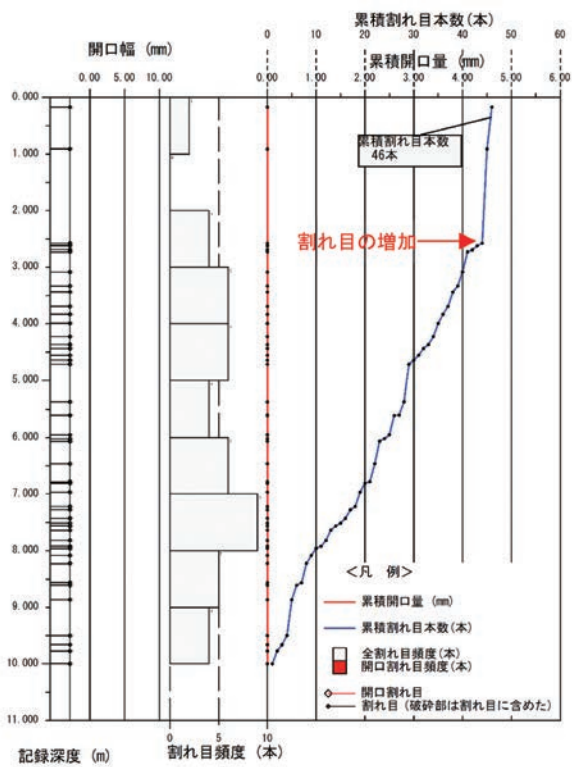


図-3 累積割れ目, 累積開口量グラフ

〈素因〉

- ・ 仏像構造線破砕帯の分布域であり, 不安定化しやすい。
- ・ 切土による応力開放により, ゆるみ域が拡大するとともに, 風化進行を助長し, 地山強度が低下した。
- ・ まとまった降雨に対し, 地下水位が上昇しやすい水理構造を有する。

〈誘因〉

- ・ 大雨に伴う地下水位(間隙水圧)の上昇により, 不安定化し滑動した。

5. おわりに

調査地は仏像構造線の破砕域に位置しており, その影響を受けたボーリングコアは全体に割れ目が発達し, 破砕状となる。このことから, ボーリングコアのみで無構造性破砕を抽出し, すべり面を推定するには限界があったと考えられる。

本調査では調査地域の地質分布状況を考慮し, 調査方法を計画, ボアホールスキャナ観測を実施したことにより, 地質構造を詳細に把握することが可能となった。

以上より, 地質調査業務において地質状況や地域性を考慮した調査手法の選択が調査の品質を向上させるための要であると感じた。

本調査は高品質ボーリングではなく, 清水掘りによるボーリングであったがコアの状態は良く, 不都合なく観察をすることができた。ボーリングコアの品質は機械を操作するオペレータの経験によって大きく左右される。

現場ではベテランの先輩オペレータが助手を務め, 若手のオペレータに助言する場面が数多く見られ, 技術指導が行われていた。以上のような「技術の継承」が今後の地質調査業務の大きな課題であることを改めて実感した業務であった。

引用・参考文献

- 1) 坂 幸恭, 山口宗司: 志摩半島中央部, 磯部町における仏像構造線の露頭, 地質学雑誌, 第91巻, 第3号, pp.235-238, 1985.

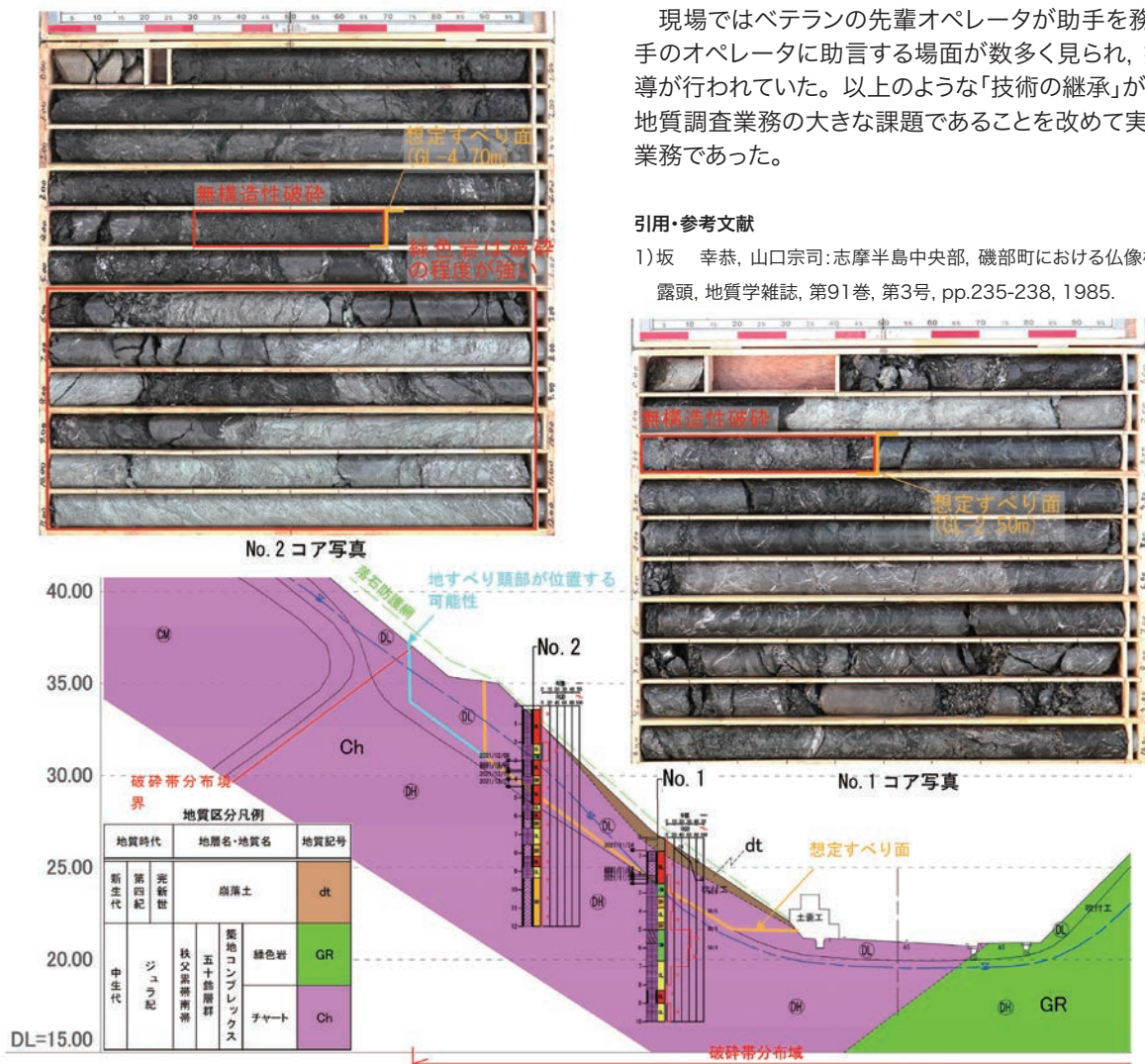


図-4 地質推定断面図, 調査地点コア写真



# 中部ミニフォーラム2022の概要と講評

技術委員長 深谷 雄二

## 1. 開催の概要

中部ミニフォーラム2022は予定通り10月14日、名古屋国際会議場にて、開催することができました。昨年度と同様、感染対策を施したうえでの開催となりましたが、発表者・聴講者・スタッフ等関係者を合わせて75名のご参加をいただきました。

■開催日時：令和4年10月14日(金)13:00～17:35

■後援：(公社)地盤工学会 中部支部

■開催場所：名古屋国際会議場  
2号館2階224会議室

■内容：2部構成(プログラム参照)  
第一部 特別企画  
第二部 技術発表7編

■交流会：今年度も中止

本フォーラムの開催主旨であります「技術力・発表力向上、地質調査業の社会的地位向上」を目指し、若手～中堅技術者の皆さんに日頃の研究や業務等で経験した内容を積極的に発表していただくことで、その論文内容も含めたプレゼンテーション能力の向上を目指しています。また経験豊富な技術者にも参加していただき、質疑を通して技術的なアドバイスを行うことにより、発表者のみならず参加聴講者にも技術を伝承する場となるよう企画・運営しています。

今年度は特別企画の関係で、第一部と第二部の順番を入れ替えた構成としました。

特別企画では、「弾塑性土質力学とは何か?」と題し、浅岡顕・名古屋大学名誉教授によるご講演をいただきました。本講演は、中部地質調査業協会60周年記念式典で予定していたもので、新型コロナウイルス感染拡大で式典が中止となったため、今回の中部ミニフォーラムで実施することとなりました。

浅岡先生からは、基礎的な話を、事例を交えながら分かりやすく説明いただきました。話は盛り沢山で、時間一杯まで熱弁をふるまわれました。これを機に弾塑性力学への理解が深まったと思います。

今年度の発表編数は7編と昨年度に比べ1編減りましたが、例年通り「若手・中堅技術者の発表練習の場」という位置付けとしました。今年度も昨年度と同様、各発表内で質疑と講評を行うこととし、発表12分、質疑・講評で8分の時間配分としました。講評は、事前に査読した技術委員が担当させていただきました。各セッションでは、講評に加え、活発な質疑応答・意見交換が行われ、8分の質疑・講評時間が短く感じられました。非常に有意義な時間となったと思います。

発表会終了後には、発表者を囲みでの交流会を兼ねた懇親会を行うところですが、今回も残念ながら中止となりました。

## 2. 講評

### 【プログラム】

13:00～13:05	開催挨拶	理事長
13:05～13:10	留意点の説明(コロナ対応、質問その他)	技術委員会
13:10～14:20	第一部 特別企画	
テーマ:「弾塑性土質力学とは何か?」 浅岡 顕 氏 名古屋大学名誉教授		
14:20～14:30	休憩	
14:30～15:50	第二部 第1セッション ～地質調査・物理探査～	
1. 仏像構造線破砕帯分布地域における斜面変状調査の事例 今村泰基 東邦地水㈱		
2. ボアホールスキャナー観測における品質確保 青野泰大 サンコーコンサルタント㈱		
3. 不発弾探査において既設構造物に近接する場合の探査事例 岩崎理代 ㈱ダイヤコンサルタント		
4. 切羽観察による地質再解析の事例 宮内仁 ㈱ダイヤコンサルタント		
15:50～16:00	休憩	
16:00～17:00	第二部 第2セッション ～室内土質試験・ボーリング調査～	
5. 材料試験における試料の再利用が各種地盤材料特性に及ぼす影響 竹内啓介 中部土質試験協同組合		
6. 余剰ベントナイト泥水の運搬・処理方法の一例 田中涼 ㈱アオイテック		
7. 大規模盛土造成地抽出における課題解決への提案 三輪登生 日本工営都市空間㈱		
17:00～17:20	アンケート記入および休憩	技術委員会
17:20～17:30	優秀論文発表	理事長
17:30～17:35	閉会挨拶	技術委員長

論文査読・審査、発表審査には技術委員が当たりました。論文審査は6項目について査読後の最終稿で、発表審査は5項目について評価しました。いずれも技術的な難易度については評価していません。

以下、論文及び発表についての講評と審査結果です。まず、応募から発表までの一連において、発表された全員が真摯に向き合っていたことに感謝いたします。経験値に関係なく、表現力・論文執筆ルールへの適合度等に個性が見られました。今回の「練習の場」を糧にますます腕を磨いていただくことを期待します。実務では、正しさはもちろんのこと、お客様に十分理解していただけるようなわかりやすい報告書の作成と説明が必須です。技術力・プレゼン力、この両方を引き上げるため日々研鑽をお願いします。

審査の結果、優秀論文発表者は以下の2名の方に決まりました。①の論文は、実務面でも役に立つ内容で、論文の完成度が高く・pptの出来・発表力が高く評価されました。②の論文は、地質特性や地域性を考慮して調査計画を立案し、調査の品質向上を図った報告で調査前の計画をしっかりと立てることの重要性を改めて感じました。

### ■優秀論文発表者(2名)

- ①「材料試験における試料の再利用が各種地盤材料特性に及ぼす影響」: 竹内啓介(中部土質試験協同組合)
- ②「仏像構造線破砕帯分布地域における斜面変状調査の事例」: 今村泰基(東邦地水(株))

中部ミニフォーラムは毎年開催の予定です。若手～中堅技術者の皆さんの「技術力・発表力向上」のための登竜門となるように、技術委員一同、真剣に取り組んでおりますので、多数の応募をお待ちしております。