

## 第54回 地盤工学研究発表会（埼玉）

主催：公益社団法人 地盤工学会

会場：ソニックシティ

稲上 慶太

INAGAMI Keita

修士課程二年

小西 魁

KONISHI Kai

修士課程二年

吉本 将基

YOSHIMOTO Masaki

修士課程二年

Indah Sri

Wahyuningtyas

留学生

修士課程二年

Vivian

Njambi Gathuka

留学生

修士課程二年

伊東 丈太郎

ITO Jotaro

修士課程一年

末澤 理希

SUEZAWA Riki

修士課程一年

2019年7月16日から18日にかけて、ソニックシティにて開催された第54回地盤工学研究発表会に参加した。各自表1に示すとおり研究内容を発表するとともに、関連する様々なセッションの議論に参加した。以下に、各自の研究発表における質疑と参加した議論の内容に関してここに報告する。

表1 発表論文タイトル

稲上 慶太	【地盤と構造物－杭基礎⑦】 0647 フーチング下部の液状化層を地盤改良した群杭基礎の地震時挙動に関する遠心模型実験
小西 魁	【地盤と構造物－トンネル②】 0708 事前地山改良工を施した小土被りトンネルの地震時挙動に関する遠心模型実験に対する再現解析
吉本 将基	【地盤材料－中間土】 0151 非排水三軸試験によるCO <sub>2</sub> ハイドレート含有砂試料のクリープ挙動の把握
伊東 丈太郎	【地盤と構造物－基礎一般②】 0744 壁面構造と補強材敷設領域が帯鋼補強土壁に与える影響に関する動的遠心模型実験
末澤 理希	【地盤と構造物－杭基礎⑧】 0655 薄層に支持された杭の鉛直載荷時における地盤内の変位場とひずみ場の定量化

## 稲上慶太 (M2)

## \* 質問された内容

7月18日 15:10~16:40 【地盤と構造物－杭基礎⑦】

0647 フーチング下部の液状化層を地盤改良した群杭基礎の地震時挙動に関する遠心模型実験

(a) JFE スチール 粟津様より

Q1: 固有周期の測定はされていますか.

A1: 杭模型のみの状態では測定しており、地盤に設置した状態での測定は次回の実験時に実施する予定です.

Q2: 質点が二つあるような状態になるかと思うのですが、振動モードについては検討されていますか?

A2: 現在はまだ検討できておりませんが、地盤に設置した状態での固有周期、杭模型のみの状態での固有周期、計算で求めた固有周期から検討していきたいと思います.

(a) 東京工業大学 田村修次先生より

Q: 杭頭加速度が抑制される、というのは一般的に起こるものでしょうか、あるいは、この実験の条件下で偶然に起きているものでしょうか.

A: 今回の実験条件では、改良を施したケースは全て抑制されていましたが、模型形状や入力波によって必ずしも効果が期待できない場合も考えられます. 今後、様々な条件について、数値解析によって検討したいです.

### \* 質問した内容

7 月 17 日 10:50~12:20 【地盤と構造物—ダム・堤防⑦】

0521 水位観測結果に基づく道路盛土の透水性と盛土内水位上昇量の関係の検証

Q: 二か所の施工場所について、それぞれ効果を検討して設計の上で施工されたと思うのですが、その結果二か所で効果の差が大きくなった原因は何ですか.

A: 現在は、まだ正確なところは不明、という状態です. ただ、下り線側は 1 段の施工で、上り線側は 2 段の施工となっており、立体的な差が効いた可能性があります. また、ボーリング穴をもう一箇所掘ると状況が明らかになるかもしれません.

7 月 17 日 13:20~14:50 【地盤防災—液状化対策④】

0848 電線共同溝の液状化浮上軽減対策の実験的研究

Q: 地盤変位量の時刻歴において、2 つの対策モデルが加振後 4 秒まで同様の傾向を示し、その後に大きな差が生まれる理由を教えてください.

A: どちらのケースでも模型下部に液状化層が同様に形成され、4 秒頃までは同じ挙動を示し、その後は模型側面にも液状化層が形成され、側面の排水材の効果が表れたものと考えています.

7 月 18 日 13:20~14:50 【地盤材料—リサイクル材料 (物理化学的性質・その他)】

0228 ため池の堆積土を用いた法面緑化工法について

Q: ため池のヘドロを改質した材料は、臭気の強さも改善されている、あるいは問題になるということはありませんか.

A: 今回の現場で使用したヘドロは臭気があまりなく、問題になることはありませんでした. しかし、ため池ごと、同じため池でも採集する深度によって成分物性が異なり、強い臭気を発する可能性も考えられますので、臭気対策についても今後の課題としていきたいです.

### \* 感想

今回は、自分のテーマと関連性の高いセッションだけでなく、少し縁遠い分野のセッションにも意識的に参加した. その中で、発表内容の詳細を理解することは難しくても、例えば実験結果の考察の部分などは同様の思考で共感できたり、自分の実験では当たり前としている条件が他分野では異なっていたりと、非常に興味深い内容が多かった. 今後も、新しい分野に対して幅広く興味を持ち、知見を広げて研究に活かしていきたい.

## 小西 魁 (M2)

### \* 質問された内容

7月17日 13:20~14:50 【地盤と構造物ートンネル②】

0708 事前地山改良工を施した小土被りトンネルの地震時挙動に関する遠心模型実験に対する再現解析

(a) 労働安全衛生総合研究所 吉川様より

Q1: 実験された3ケースの内、最も耐震性が高いと評価できるのはどのケースでしょうか。

A1: トンネル下半脚部まで改良体を打設したケース (Case-3) です。加振時において、剛性の高い改良体がトンネル全体を覆うことでトンネルに発生するせん断変形が抑制されるという結果が得られています。

Q2: 実験された3ケースの内、曲げモーメントー軸力の関係から地震時の危険性が高いと評価されるのはどのケースでしょうか。

A2: トンネル上半上部のみ改良体を打設したケース (Case-2) では、加振時に改良体の境界部分に応力が集中することで、トンネルに大きな内曲げが発生します。このとき、軸力も大きく減少 (引張) するため、トンネル覆工にひび割れが生じる可能性があります。

### \* 質問した内容

7月17日 10:50~12:20 【地盤と構造物ートンネル①】

0700 杭基礎構造物の施工が近接トンネルに与える影響

Q: トンネル掘削時において、対象断面に切羽が到達したときの応力解放率は30~50%が一般的であると思います。本解析では、トンネル掘削時の応力解放率を70%とされていますがなぜでしょうか。

A: 応力解放率70%は解析上で、トンネル周辺の地盤が崩壊しない限界の値です。本解析では、トンネルに対して最も厳しい条件を設定した場合、どのような結果が得られるか確認することを目的としました。

7月18日 13:20~14:50 【地盤と構造物ー杭基礎⑥】

0634 小口径杭で補強した橋台杭基礎の遠心模型振動実験

Q: 既設の橋台杭基礎に対して、補強のための増し杭を直杭ではなく斜杭とした時の方が耐震性が向上するという結果でしたが、斜杭にすることによって今回の実験で検討されていない、別の方向のから地震動に対しても同じことがいえるのでしょうか。

A: 斜杭にすることで、別方向からの地震動に対する耐震性が低くなる可能性はあると思います。その点については、今後数値解析で検討していきたいと思います。

7月18日 13:20~14:50 【地盤と構造物ー杭基礎⑥】

0641 地盤改良を併設した橋台杭基礎模型実験と静的再現解析

Q: 地盤改良の範囲を受動土圧  $45^\circ + \phi/2$  の勾配で立ち上げた水平範囲とされていますが、改良範囲を広げるあついは狭めることによる影響はどのようになるのでしょうか。

A: 現在は、地盤改良を施した場合、未改良の場合よりも耐震性が向上することを確認していますが、その影響範囲については検討できておらず、今後の課題としたいと思います。

### \* 感想

トンネルや杭をテーマに扱うセッションを中心に参加し、地盤と構造物に対する見識を深めることができた。トンネルに関するセッションでは、切羽写真から地山の硬軟分布をコンター図として切羽に投影することによって、

作業員全員が定量的に地山の状況を確認できる切羽プロジェクションマッピングという技術が紹介されていた。この技術によって、トンネル掘削の効率化や作業員の安全性の向上が期待されている。土木技術のみならず、他分野との複合技術を用いた新しい技術に感銘を受けた。研究活動においても、既存の常識の枠にとらわれず、新しい発想を持って取り組めるように努力したい。

## 吉本 将基 (M2)

7月16日 17:00~18:30 【地盤材料—中間土】

151 非排水三軸試験によるCO<sub>2</sub>ハイドレート含有砂試料のクリープ挙動の把握

### \* 質問された内容

(a) 山口大学 中田幸男様より

Q: 論文中(4)式により、最小ひずみ速度とクリープ応力載荷時間の定式化を行っているが、これは今後の課題に記載されている構成式の拡張と関わっているのでしょうか？

A: 今回定義した式(4)は、実験結果によって得られた物性を基に定式化したものであり、構成式の拡張に直接的には関わりません。しかし、構成式では時間-クリープひずみ速度関係の再現シミュレーションを行い、解析から得られた結果と関係式(4)の比較を行い、解析の再現性を確認することは考慮しております。

(b) 名古屋大学 野田利弘様より

Q: CO<sub>2</sub>ハイドレートを含有する砂においてクリープ破壊が生じる理由は何でしょうか。

A: 内部の砂粒子などの詳細な挙動まではわかりませんが、CO<sub>2</sub>ハイドレートの物性自体に時間依存性を示すことが確認されており、供試体のせん断に伴い、供試体内部のハイドレートもせん断を受け、CO<sub>2</sub>ハイドレート自体の物性よる効果が発生したためであると考察しております。破壊時には、過剰間隙水圧が消散し、有効応力が増大し、限界状態線に至ることでクリープ破壊が生じると考えております。

### \* 質問した内容

7月16日 17:00~18:30 【地盤材料—中間土】

0155 等方圧密下におけるメタンハイドレート胚胎土の圧縮特性

Q: 供試体内のハイドレートの分解によって粒子破碎が顕著になったとの説明があったが、具体的にどのようなメカニズムで破碎が生じているのでしょうか？

A: 供試体間隙中に存在しているメタンハイドレートにより、砂粒子同士の接触は抑制されております。しかし、粒子間のハイドレートが分解されることにより、砂粒子同士の接触点が増え、その状態で高い圧力がかかることで、砂粒子の破碎が顕著になるという結果になります。この傾向は、MH含有砂供試体がMHを含有しない供試体と比較して破碎が抑えられている結果から裏付けられております。

7月17日 13:20~14:50 【地盤と構造物—トンネル②】

0712 非開削切り掘り工法の設計方法における適正な2次元FEM解析モデルに関する考察

Q: トンネルの切り掘り工法のFEM解析において、地盤の物性値を示すパラメータの1つである変形係数Eのみを解析において3倍にするという説明がありました。このパラメータの変更を行うことは、実地盤の解析における再現性に支障はないのでしょうか？

A: 実現場の物性値とは異なりますが、今回は解析結果を実測値に合わせるために地盤の材料パラメータの値の変更を行いました。その結果、2ケース(セグメントの240°、270°の位置)の軸力の実測値結果と解析結果

が概ね一致する結果が得られました。材料パラメータの値は実現場の値と離れておりますが、本研究では、実測値に解析結果をフィットさせ、解析の傾向を掴むためにパラメータの変更を実施しました。

#### 7月18日 13:20~14:50 【地盤材料－砂質土（変形・強度②）】

0169 複合負荷弾塑性構成式への誘導異方性の新たな発展則の導入と妥当性の検証

Q: 本論文において、複合負荷弾塑性構成式にパラメータ $\beta$ を導入し、回転硬化則を与えることで、誘導異方性の表現を行っていたが、この発展則は砂質土以外の地盤材料や力学試験にも適用可能なのでしょうか？

A: 他の地盤材料への適用に関しては、導入可能です。力学試験への適用に関してですが、今回は拡張した発展則を中空ねじり試験に導入しただけであり、その他力学試験への導入はまだ検討しておりません。

#### \*感想

今回の地盤工学会では、自身の研究テーマであるハイドレート含有砂の中間土セッションに加え、砂質土の構成式、地盤と構造物のセッションを中心に参加させて頂いた。特に中間土のセッションでは、ハイドレートの存在形態による物性を上手く構成式に導入する上で注目すべき点などに関する知見やアイデアや、圧力・温度などによるハイドレートの砂粒子に与える影響などに関する知見を得ることができ、自身の実施している実験に関する考察や構成式の拡張を行う上で大きなヒントを得ることが出来たように思う。昨年の地盤工学会以来、1年ぶりの学会発表であり、研究発表だけでなく質疑応答への対応などを踏まえ、自身の質問や質問に対する回答などを端的に分かりやすく説明する重要性を改めて実感する機会であった。

#### Indah Sri Wahyuningtyas (M2)

##### \*Questions and Answers

#### 7月17日(水) 9:00~10:30 【地盤防災 - 液状化対策②】

0835 「Effects of depth on the performance of gravel drains in preventing liquefaction」

Q: The point that been observed in the experiment is the depth effect. However, it was mentioned that the more specific parameter was  $m_v$  (coefficient of volume compressibility) which correlated to the depth. By just comparing the depth in the experiment, how could it be sure the effect was caused by the  $m_v$ ? Because the depth can represent the other parameter, not only  $m_v$ .

A: The parameter by depth effect was confirmed by using numerical analysis. The numerical analysis was using the  $m_v$  parameter which had a different number at the observation depth. Then, the result is compared. However, in the future, the actual  $m_v$  will try to find out.

#### 7月17日(水) 10:50~12:20 【地盤挙動 - 現地計測】

0397 「Real Time Unstable Slope Monitoring Using MultiPoint Tilting Sensor and Pipe Strain Gauge」

Q: In the study, the sensor was set up by digging a slope surface at depth of 20cm. How is the effectiveness of the sensor? Can it distinguish between surface failure and slope failure? Because in my opinion, it is too shallow.

A: There is a rod which part of the whole sensor unit and it can be extended until reaching the desired depth. However, the research by extending the rod is not done yet.

#### 7月18日(木) 10:50~12:20 【地盤と構造物 - 杭基礎⑤】

0630 「Vertical load tests of foundation models supported by plate piles in sand ground」

Q: In the analysis, did you consider the buckling effect or maybe in the experiment, did you observed any pile buckling? In my opinion, plate pile will have bigger buckling effect, perhaps it gives effect to the pile performance.

A: In this experiment, there was no buckling effect consideration. The study focus was load transfer behavior of pile subjected to vertical load, so load and settlement correlation was the one that been observed.

#### \* Impression

Going for JGS conference for the second time was still a good experience for me. Even I could meet another last year participant; she made progress with her research. In the conference, I could know more about different kind of themes in geotechnical engineering, not only about tunnel; my research theme. Therefore, I could learn more here. I would like to give my gratitude to Sensei and all the people who give me this opportunity to attend a good conference. I had a good time at the conference, I hope the experience I got can be useful, and I am looking forward to the next conference opportunity.

### Gathuka Vivian Njambi (M2)

#### \* Questions and Answers

7 月 18 日 9:00~10:30 【地盤挙動－圧密・沈下①】

0239 「Study of the progression of deterioration in lime treated soil」

Q: Is your research based on the long-term deterioration of the treated soil and if so, is there a numerical analysis you will conduct to show your prediction for long-term behavior?

A: Yes, it is based on the long-term behavior. I intend to use a software called DUCOM. Although for now it's used for to predict long-term behavior of cement treated soil, so I intend to modify it to be suited for my analysis.

7 月 18 日 10:50~12:20 【地盤挙動－圧密・沈下①】

0251 「Study on Mechanical properties and Stiffening Effect of Short Fiber Reinforced Geomaterials」

Q: In your research you considered 15mm size of the fiber, is there a specific standard for this?

A: There is no specified standard, however short fiber proved viable for my analysis as compared to fibers with large thickness.

7 月 18 日 13:20~14:50 【地盤挙動－圧密・沈下①】

0342 「Influence of compaction condition on microscale erosion of clayey soil」

Q: Your presentation was based on the erosion behavior of soil in two groups one above and the other below the compaction curve. Which one did you consider important from your results between dry density and degree of saturation while comparing the behavior of the two groups?

A: Both of them are important, in terms of degree of saturation was considered in relation to the microfabric of the compacted soils, while dry density was related to the shear strength. However, in today's presentation I was only considering the microfabric behavior relating to erosion, between the two groups.

#### \* Impression

I am always honored participating in conferences as it is an opportunity for me to gain exposure from other students in Geotechnical field and relate their research to mine. Particularly this conference I met and discussed with some of them about various aspects of their research. I also had an opportunity to attend a seminar set up for foreign students who had hopes of working in Japan. It was a great opportunity and I got some tips from the seminar. I was able to learn so much from the

presentations from both the researchers and Japanese companies. I am very grateful to Kimura sensei and everyone who made it possible for me to attend this conference.

## 伊東文太郎 (M1)

### \* 質問された内容

7月18日 10:50~12:20 【地盤と構造物ー補強土①】

0744 壁面構造と補強材敷設領域が帯鋼補強土壁に与える影響に関する動的遠心模型実験

(a) パシフィックコンサルタンツ 塚田様より

Q1: 主働領域内補強材が無い影響をみるとあったが、壁面背後の吸い出しや地震による壁面パネルの損傷など長期的な影響に対する検証は行っていますか。

A1: 現段階では行えておりません。主に地震時の挙動に着目して検討をおこなっているため、壁面の損傷や地震後の安全性についての検討は、今後の課題に挙げさせて頂きたいと思えます。

### \* 質問した内容

7月17日 10:50~12:20 【地盤と構造物ートンネル①】

0699 切羽プロジェクションマッピングによる地山情報の可視化

Q: 切羽に投影する頻度と、1回の投影に要する時間を教えてくださいませんか。

A: 頻度は掘削が1m進むごとに行い、本現場では合計4~6回となりました。投影は、リアルタイムとまでは言えないものの、数分以内に欲しい映像を映すことが出来ます。

7月17日 13:20~14:50 【地盤と構造物ートンネル②】

0706 特殊繊維を混合した吹付コンクリートの押し抜き強度変形特性に関する実験的検討

Q: 本実験において想定している荷重として、二方向同時載荷、鉛直方向卓越載荷、水平方向卓越載荷があると思えます。水平方向卓越載荷を行う理由は何でしょうか。

A: トンネルに作用する応力として、偏圧という考えがあります。偏圧の方向によれば水平方向の応力が大きい状態になるため水平方向卓越載荷の模型実験を実施しております。

7月18日 15:10~16:40 【地盤と構造物ー杭基礎⑦】

0642 植物の根系構造をモデル化した杭基礎の引き抜き抵抗特性

Q: このモデルの杭を、実際に杭基礎として用いる時、押し込まれたときの挙動や枝分かれ部分の強度が気になるのですが、今後新たに押し込み試験を行う予定や、また同様の引き抜き試験で枝分かれ部分の剛性を調査する予定はありますか。

A: 剛性は調査したいと考えていますが、押し込み試験を行う予定はございません。

### \* 感想

本学会では、トンネルと杭基礎のセッションに参加した。初の全国学会ということで、規模の大きさや熱意ある研究者の多さに驚いた。対象が同じ研究発表も聞くことができ、様々な視点から研究する重要性を知った。また自分の発表では、自身の未熟さを感じるとともに、次の機会には同じ構造物を研究する方々に議論できるようにしたいと強く感じた。

## 末澤理希 (M1)

### \* 質問された内容

7月16日 9:00~10:30 【地盤と構造物－杭基礎⑧】

0655 薄層に支持された杭の鉛直載荷時における地盤内の変位場とひずみ場の定量化

(a) 大林組 樋口様より

Q1: DIC 画像解析による結果の中で土粒子変位ベクトルがありますが、「土粒子」変位という言葉は適切か.

A1: 解像度および支持層の珪砂5号平均粒径から考えて、DIC 画像解析における検索領域は土粒子一粒が全て入る大きさになっております. そのため、土粒子一粒ごとの変位を追うことができていると考えております.

Q2: 載荷初期の段階で複数のせん断領域が見られるがこの理由は. 最終的にせん断領域は固定されるか.

A2: 変位ベクトル図より、変位の大きさが変化する領域付近でせん断ひずみが見られることが分かります. しかし、なぜその場所なのかということまでは判明しておりません. また、杭底面直下で発生したせん断ひずみは杭底面両端より発達し、荷重が収束する付近で繋がっていることが確認できております. これは杭底面直下に発現する楔型の高密度領域と対応していると考えております.

Q3: Meyerhof の支持力機構について言及しているが、本研究との比較検討などは行っているか.

A3: 一面せん断試験を実施し、珪砂5号の内部摩擦角を求めております. これを用いて完全支持層を模擬した実験ケースにおいて、Meyerhof の支持力機構との比較を行っております. その結果、例えば主働くさび型領域の頂点角など、Meyerhof の支持力機構と対応している結果が得られております.

### \* 質問した内容

7月16日 9:00~10:30 【地盤と構造物－杭基礎⑧】

0657 地盤-構造物系の動的応答の不確かさに対する地盤物性の影響に関する検討：液状化地盤中の杭基礎の一例

Q: 再現解析において、実験結果と大きく異なっている部分などもあります. 杭周面のメッシュを細かく切ることでその再現性を高めることなどは検討中でしょうか.

A: 本解析においては、地盤全体の影響を確認することを主目的としております. そのため、地盤内のメッシュを全て同じ大きさにして解析を実行しております. 確かに、詳細を知る必要はあると考える為、今後細かくメッシュを設定することも検討して参ります.

7月17日 13:20~14:50 【地盤と構造物－トンネル②】

0705 二方向載荷条件下における農業用水路トンネルに関する模型実験

Q: 本実験において想定している荷重として、二方向同時載荷、鉛直方向卓越載荷、水平方向卓越載荷があると思います. 水平方向卓越載荷を行う理由は何でしょうか.

A: トンネルに作用する応力として、偏圧という考えがあります. 偏圧の方向によれば水平方向の応力が大きい状態になるため水平方向卓越載荷の模型実験を実施しております.

7月18日 9:00~10:30 【地盤と構造物－杭基礎④】

0620 杭頭部の損傷を模擬した大型橋脚模型の振動実験その1 (実験概要)

Q: 模型実験において、砂とアクリル土槽との摩擦はどのように考えているのでしょうか.

A: 本実験においては、砂とアクリル土槽の間には薄くグリースを塗り、摩擦を低減できる仕組みにして模型実験を実施しております.



## \* 感想

本学会では、杭基礎のセッションを中心に拝聴させて頂いた。杭基礎のセッションの発表者は企業の方も多く、アカデミック領域から少し離れ、実学に寄った研究成果を数多く見ることができた。メカニズムに着目している私にとって実際の施行手順と同じように実施している実験は興味深く、吸収したい部分もあった。特に実験条件の設定の細かさは今後の参考にしたい。自分の発表に関しては、用いる言葉一つ一つの正確さの重要性を痛感した。その言葉で誤解は生まれないかを突き詰めて考え、発表していきたいと感じた。