

# SF2023完全読破チャレンジ week7

関西大学大学院 理工学研究科

地盤防災工学研究室

23M6505 板木拳志朗

## Analysis of long-term settlement of road embankment on peat ground during its service period

### 泥炭地盤上の道路盛土の供用期間中の長期沈下に関する解析

Nobutaka Yamazoe<sup>a</sup>, Hiroyuki Tanaka<sup>b</sup>, Satoshi Nishimura<sup>c</sup>, Hirochika Hayashi<sup>d</sup>

<sup>a</sup>国立高等専門学校機構, <sup>b</sup>北海道大学, <sup>c</sup>北海道大学, <sup>d</sup>寒地土木研究所

#### 概要

- 泥炭地における道路は、建設後の維持管理を最小限にするため、供用期間中の沈下を抑制することが厳しく要求される。
- 泥炭の圧密を規定値（20mm/年以下）に匹敵する精度で予測するためには、現在の標準的な解析手法である時間非依存構成関係と定数 $c_v$ を持つTerzaghiの圧密理論では限界がある。
- 本研究は、残留沈下の評価に泥炭の時間依存モデルを組み込むことでFEMの適用性を取りあげ、変動速度圧縮下での泥炭の挙動を記述するために使用したアイソタッチ粘塑性の適用性を室内試験で確認した。

#### 手法・結果

- FEM解析は、プレハブ鉛直ドレーン（PVD）を異なる間隔で設置した仮想ケースに拡張した。
- 長期オイドメーター試験の結果から、泥炭の長期圧縮は粘性により二次圧密の影響を受け、有効応力が増加するにつれて圧密係数が低下することが示された。
- 観察された長期的な現場沈下がうまくシミュレートされた。
- 圧密係数の応力依存性が大きい泥炭では、PVDの設置は沈下遅れの軽減に有効である。

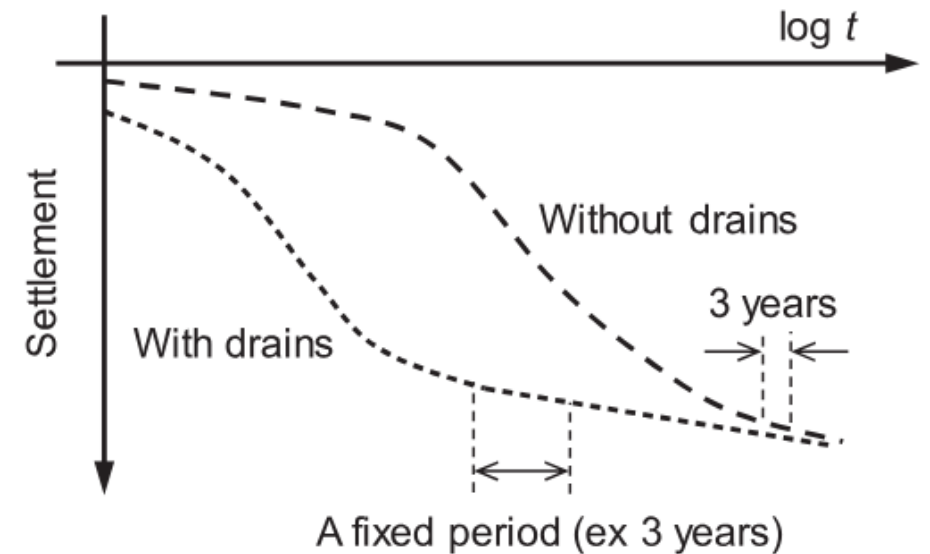


Fig. 20. Schematic diagram of settlement of ground improved by drains.

#### コメント

- PVDは圧密の促進には有効であるが、泥炭の二次圧密速度を粘土に匹敵するレベルまで抑制することはできないということがされ、今後の問題提起を行っている。

# Effects of seepage flow on liquefaction resistance of uniform sand and gap-graded soil under undrained cyclic torsional shear

## 非排水繰返しねじりせん断を受ける一様砂地盤および隙間勾配地盤の液状化抵抗性に及ぼす浸透流の影響

Sanjei Chitravel<sup>a,b</sup>, Masahide Otsubo<sup>a,c</sup>, Reiko Kuwano<sup>a</sup>

<sup>a</sup>東京大学, <sup>b</sup>ブリティッシュコロンビア大学, <sup>c</sup>国立研究開発法人土木研究所

### 概要

- 液状化は、インフラに損害を与え、経済的損失をもたらす。
- これまでの研究では、非排水繰返し荷重下での供試体の初期異方性への影響を定量化したものは少ない。
- 本研究の目的は、浸透流が液状化抵抗性に及ぼす影響を調べることである。
- 本研究は、新しい浸食中空円筒ねじりせん断試験装置を用い、浸透流が2種類の土の非排水繰返し挙動に及ぼす影響を調べた。

### 手法・結果

- 非排水条件下での室内要素試験により、均一砂及び間隙粒度土 ( $F_c=20\%$ ) の液状化抵抗性に及ぼす根イブ浸食・浸透流の影響を調べた。
- モイストタンブ (MT) ファブリックが存在すると、液状化抵抗性が低下すると予想される。
- 細粒分が除去された場合は液状化抵抗性が増加する。本研究はこの傾向が大きかった。
- $[eg]^{-1}$ および $G_0$ は、いずれも土の液状化抵抗性と正の相関を示す。
- $G_0$ と浸透流との関連は、微粉が除去されているにもかかわらず、浸透流によって土の初期組織が劣化している可能性を示唆している。

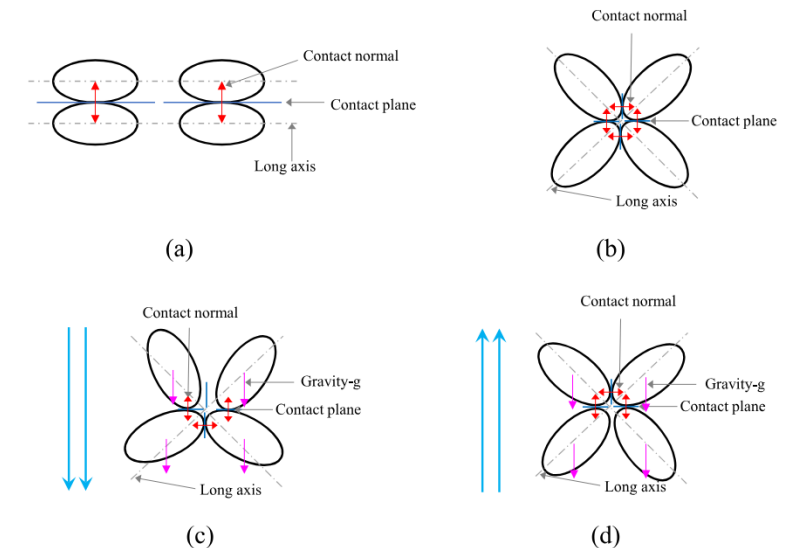


Fig. 19. Schematic diagram of uniform sand (a) initial AP fabric, (b) initial MT fabric, (c) MT fabric after downward seepage, and (d) MT fabric after upward seepage.

### コメント

- 細粒分が除去された場合、粗大な粒子の接触数が増加するのが液状化抵抗を高めるということを学んだ。

**Effects of stabilizers on CO<sub>2</sub> fixation capacity in neutralization of alkali construction sludge****アルカリ建設スラッジの中和処理におけるCO<sub>2</sub>固定能力に及ぼす安定剤の影響**Su Myat Mon<sup>a</sup>, Aya Sakaguchi<sup>a</sup>, Shovon Raihan<sup>a</sup>, Nguyen Duc Trung<sup>a</sup>, Kimitoshi Hayano<sup>b</sup><sup>a</sup>横浜国立大学, <sup>b</sup>横浜国立大学**概要**

- 液状である建設スラッジをリサイクルするためには様々な処理を行う必要があり, 中でも化学的処理では, アルカリ溶出を引き起こす.
- 既往の研究では, CO<sub>2</sub>ガスがスラッジのpHを低下させるということがわかっている.
- しかし, 産業副産物系安定剤で処理されたアルカリ性汚泥の中和に使用されるCO<sub>2</sub>量に関する検討はなされていなかった.
- 本研究は各種安定剤で処理したアルカリ性汚泥に固定されたCO<sub>2</sub>量を検出するため, 促進炭酸化試験と炭酸含有量測定試験を実施した.

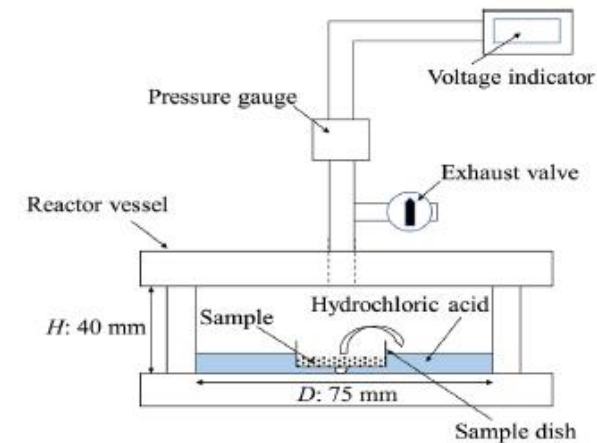
**手法・結果**

- 各スラッジの乾燥質量1gあたりの最大固定CO<sub>2</sub>含有量( $m\text{CO}_2^{\text{max}}$ )は、乾燥汚泥1gあたりの安定剤のCaO含有量 $C_{\text{CaO}}$ とともに増加した.
- ( $m\text{CO}_2^{\text{max}}$ )は、安定剤の種類に関係なく、乾燥スラッジ1gあたりの安定剤の化学成分から得られるCO<sub>2</sub>の理論固定含有量( $m\text{CO}_2^{\text{theory}}$ )より有意に低かった.
- 一般に、安定剤1gあたりのCO<sub>2</sub>固定量の最大値 ( $m^*\text{CO}_2^{\text{max}}$ )は、スラッジ中の安定剤1gあたりのCaO含有量 ( $C^*\text{CaO}$ ) に従って増加した.
- pH中和の完了とpH<sub>initil</sub> - pH<sub>final</sub>によるpHの減少は、 $C_{\text{CaO}}$ とともに増加した.

地盤防災工学研究室



(a) Photograph



(b) Schematic illustration

Fig. 6. Photograph and schematic illustration of setup for carbonate content evaluation test.

**コメント**

- 炭酸化に伴う処理スラッジ試料の性能の変化を調べるには、強度、剛性、透水性、膨潤性において一定の性能を達成する必要がある.

## Energy-based insight into characterization of shakedown behavior of fully weathered red mudstone

### 完全に風化した赤色泥岩のシェイクダウン挙動の特性化に関するエネルギーに基づく考察

Kang Chen <sup>a,b</sup>, Shengyang Yuan <sup>a,b</sup>, Shenxin Pan <sup>a,b</sup>, Jie Ma <sup>a,b</sup>, Xianfeng Liu <sup>a,b,c</sup>

<sup>a</sup>西南交通大学, <sup>b</sup>西南交通大学, <sup>c</sup>新疆工程学院

#### 概要

- 風化赤色泥岩のような材料の繰返し载荷での動的応答, 下層地盤の長期安定性にとって極めて重要である.
- 地盤の永久変形を評価する理論には限界がある.
- その限界を克服するために, 飽和完全風化赤色泥岩 (SFWRM) に対して26回の繰返し三軸試験を実施した.
- 本研究は, 繰返し载荷におけるFWRMの永久変形と単位散逸エネルギー応答について調べた.

#### 手法・結果

- 第1段階における単位散逸エネルギーは, 最初のN0負荷サイクルにおける永久軸ひずみと軸ひずみ速度の大きさを明らかにする.
- 第2段階では, 高負荷サイクルにおけるFWRMの極限変形応答を反映した安定したエネルギーにより, 変形モードがその応答の観点から特定される.
- Werkmeisterの基準では, 3000サイクル目から5000サイクル目までの平均軸ひずみ速度にのみ着目しており, SFWRMの変形応答を評価するために必要なN0よりも小さい.
- 安定単位散逸エネルギーの劇的な増加を引き起こす繰返し応力 (ステージ2) を, 範囲Bと範囲Cの間の応力限界としてマークした.

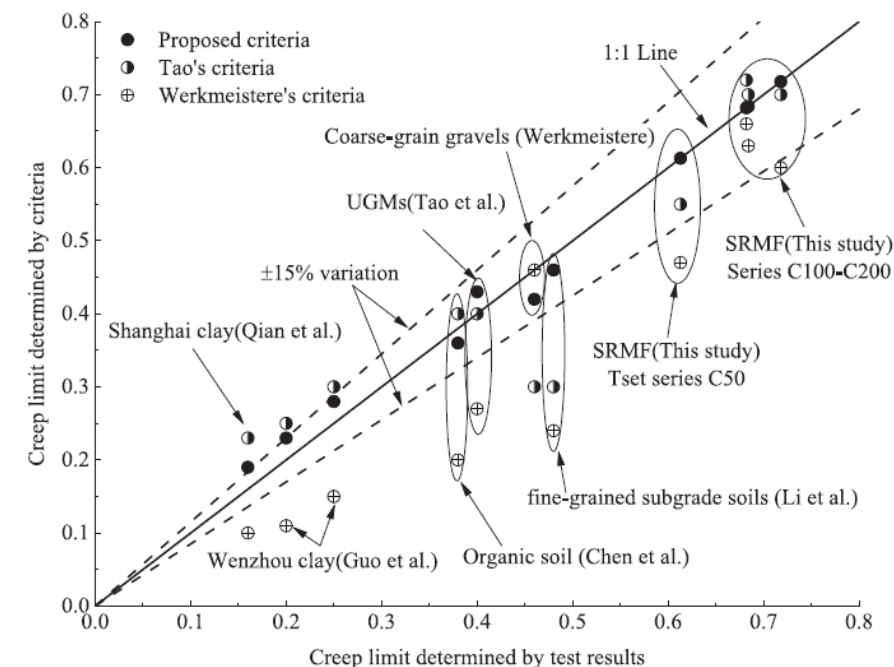


Fig. 8. Comparison of creep limit determined by test results with various criteria.

#### コメント

- 本研究により提案された基準はSFWRMに適しており, 対応するCSR<sub>c</sub>は塑性クリープと漸増崩壊の間の限界として決定できる点が採用された理由であると考えられる.



Excavation analysis of large-scale slope considering effects of folded structure and in-situ stress

粗粒度をベースとした中間地盤材料の打ち込み杭の抵抗反応と設計勧告

Kaixuan Yuan <sup>a</sup>, Yuusuke Miyazaki <sup>a</sup>, Wataru Kunimatsu <sup>b</sup>, Kohei Miki <sup>b</sup>, Tomihiko Ohishi <sup>c</sup>, Kiyoshi Kishida <sup>a</sup>

<sup>a</sup>京都大学, <sup>b</sup>関西電力株式会社, <sup>c</sup>株式会社KANSOテクノス

概要

- ・ インドネシアのラジャマンダラにある切土斜面では、掘削中に予期せぬ大規模な変形が発生した。
- ・ 地質調査の結果斜面を構成する泥岩層は地殻変動によって褶曲し、表面では、高度に風化・浸食されていた。
- ・ 褶曲構造や原位置水平応力が切土斜面の変形挙動に及ぼす影響に着目した研究は少ない。
- ・ 地殻変動によって生じた褶曲構造と原位置応力状態の異方性が前述の切土斜面の変形挙動に及ぼす影響を明らかにする。

手法・結果

- ・ FLAC2Dにより、異なる地質構造と原位置応力状態を用いた解析を実施。
- ・ 褶曲構造では褶曲底部に圧縮応力集中が生じ、成層構造では岩石境界に対応した応力状態を示した。
- ・ 原位置応力の異方性が泥岩の裾部でせん断破壊を引き起こし、その境界に沿ってDL泥岩が下方に滑落していることが明らかになった。
- ・ 水平変位杭に基づく地質構造の異なるケースの検討では、褶曲構造があるとCS-8の方向が現地で観測された方向と逆になることが確認され、いずれのケースでも杭の変位は現地で観測された変位よりもまだ小さい。

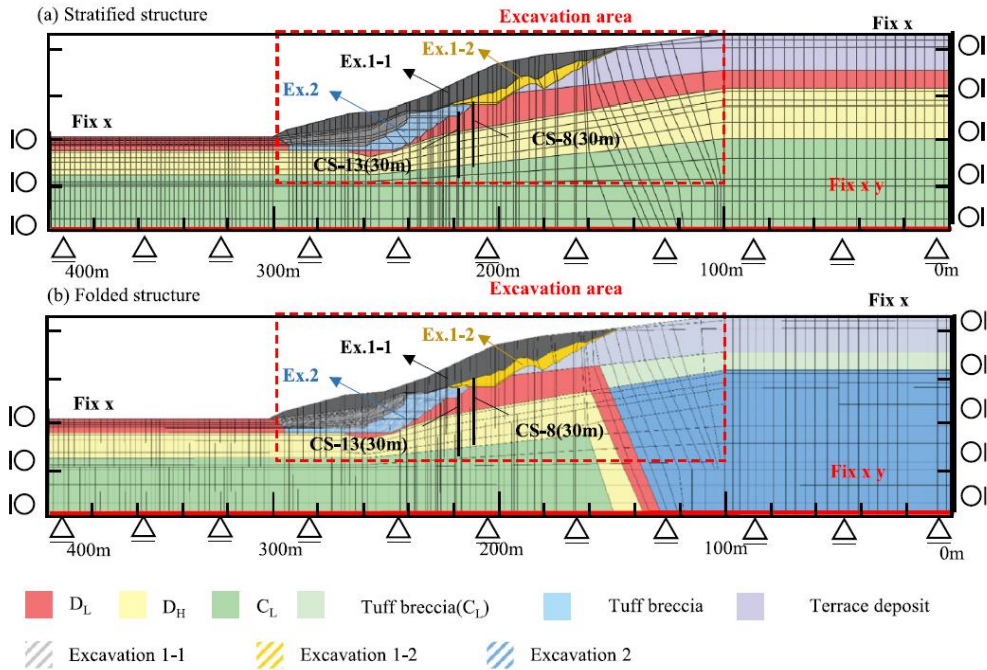


Fig. 6. Expanded meshes for numerical analysis: (a) mesh for stratified structure and (b) mesh for folded structure.

コメント

- ・ 解析の結果が実現象と一致していなかったため、新たなパラメータを入れる必要がある。

## Experimental investigation into effects of lignin on sandy loess

### 砂質黄土におけるリグニンの影響に関する実験的研究

Gaochao Lin <sup>a</sup>, Wei Liu <sup>b</sup>, Jixiang Zhao <sup>b</sup>, Pengchao Fu <sup>b</sup>

<sup>a</sup>ニュー・サウス・ウェールズ大学, <sup>b</sup>内蒙古大学

#### 概要

- 黄土は典型的な崩壊性、構造的、水に弱い性質を持ち、この性質は土木工事中に様々な地質災害を引き起こす。
- リグニンを黄土に添加することで工学的特性を改善することができる。
- 既往の研究では、リグニンを添加した際の性質についてはあまり触れられていない。
- 本研究はリグニン改良砂質黄土に関する包括的な実験検討を行った。

#### 手法・結果

- 養生試験、湿乾サイクル試験、凍結融解サイクル試験、三軸試験、XRD試験、SEMデータによる微細構造観察を行った。
- 改良土の硬化が完了し、最大圧縮強度を得るのに21日間で十分であり、リグニンの含有量の増加とともに圧縮強度は増加した。
- リグニンは砂質黄土の湿乾サイクルに対する抵抗性への影響を及ぼさないが、凍結融解サイクルに対する抵抗性を著しく改善することが可能。
- リグニンは砂質黄土の応力-ひずみ関係および力学的応答に対して、摩擦角は変化させないが凝集力を変化させるという顕著な変化をもたらす。
- リグニンは含有量の増加とともに徐々にセメンテーション、結合、繊維補強の役割を果たし、主に細粒土に影響し、大粒土にはあまり影響しないことが示された。

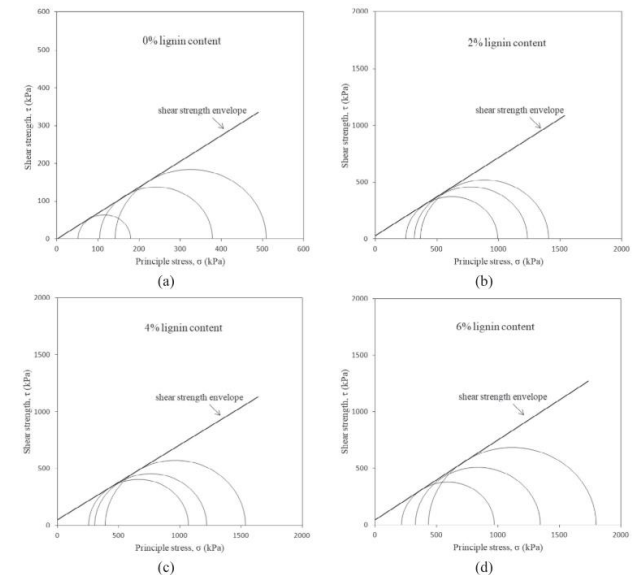


Fig. 15. Mohr circle presentation at residual stress state and corresponding Mohr-Coulomb shear strength envelope for sandy loess samples mixed with different lignin content, (a) 0% lignin content, (b) 2% lignin content, (c) 4% lignin content, and (d) 6% lignin content.

#### コメント

- 種々の実験により、これまで焦点が当てられていなかった改良土の性質を明らかにした点が採用された理由であると考えられる。

# Kinematic and inertial effects on piled rafts in soft ground supporting isolated and non-isolated buildings observed during the 2011 Tohoku earthquake

## 2011年東北地方太平洋沖地震で観測された免震・非免震建物を支える軟弱地盤中の杭打ち筏の運動学的・慣性学的効果

Kiyoshi Yamashita, Junji Hamada

竹中工務店

### 概要

- 地震活動が活発な地域では、杭打ち筏のより信頼性の高い設計手法の開発が必要となっている。
- 杭基礎や杭筏の杭応力に対する運動力や慣性力、埋め込み効果の影響についての実構造物の地震観測に基づく研究は少ない。
- 本研究は、2011年東北地方太平洋沖地震における杭式ラフトを用いた免震・非免震建物の耐震モニタリングに関する既往研究に基づき、杭式ラフトに作用する運動力と慣性力の影響、特に杭の断面力に及ぼす影響について検討した。

### 手法・結果

- IS棟では、杭頭近傍の最大曲げモーメントに対する動力の影響は、上部構造の慣性力よりも支配的であった。
- NIビルでは、最大モーメントに対する運動力と上部構造の慣性の影響は同程度であった。
- 土-杭-構造系の固有周期と地盤の卓越周期の比 ( $T_s/T_g$ ) が、杭頭付近の最大曲げモーメントに対する運動力と慣性力の寄与に重要な役割を果たす。
- $T_s/T_g$ 値は、杭式ラフトシステムの非弾性沈下および荷重伝達メカニズムの違いに密接に関係している。

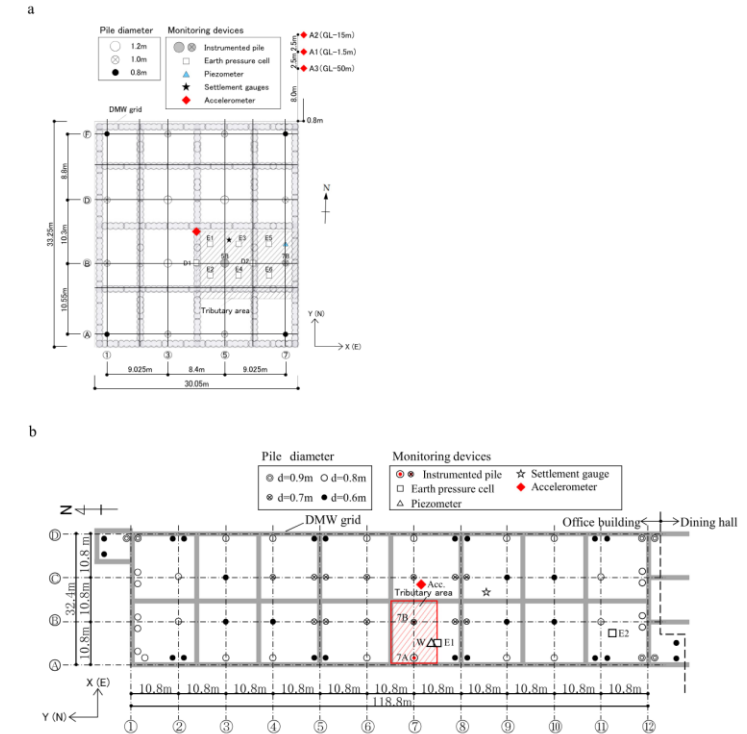


Fig. 2. Foundation plan views of (a) IS building and (b) NI building with locations of monitoring devices.

### コメント

- ISとNIの比較がされていた。
- NIのPDRは杭頭付近の曲げモーメントが非常に小さくなる。



## Mechanism of sampling disturbance for peat ground and its influence on mechanical properties

### 泥炭地盤のサンプリング攪乱のメカニズムと機械的性質への影響

Nobutaka Yamazoe<sup>a</sup>, Hiroyuki Tanaka<sup>b</sup>, Toshihiro Ogino<sup>c</sup>, Satoshi Nishimura<sup>d</sup>

<sup>a</sup>秋田工業高等専門学校, <sup>b</sup>北海道大学名誉教授, <sup>c</sup>秋田大学, <sup>d</sup>北海道大学

#### 概要

- 泥炭は未分解の植物繊維を主成分とし、高含水率、高圧縮性、低剛性、低強度といった性質を持ち、わずかな外力で大きく変形する。
- 泥炭地盤上に構造物を建設する際、圧密沈下と支持力を正確に評価しなくてはならない。
- 既往の研究ではサンプリング方法により、泥炭の評価にギャップが生じている。
- 本研究は、サンプリングから室内試験までの有効応力履歴を説明する重要な要因として、含水率とサンプリングによるその変化に着目した。

#### 手法・結果

- 繊維状泥炭の含水率はサンプリング時の攪乱と初期透水性の高さによって低下することが明らかになった。
- 軟らかい粘土とは逆に、初期透水係数の高い繊維状の泥炭は、不適切なサンプリングによって、建設中の沈下量の過小評価や強度の過大評価につながる可能性があることが示された。
- 土質構造の劣化よりも攪乱による緻密化が支配的である。
- サンプリングチューブ内でサンプルの品質にかなりのばらつきがある。



(a) Fibrous peat (Namporo)



(b) Fibrous peat (Kitamura A)



(b) Clay (Tokoro)

Fig. 1. Photographs of fibrous peats and clay trimmed to 60 mm in diameter (Namporo peat was contaminated with larger wood chips than those shown in the photograph).

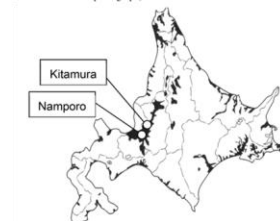
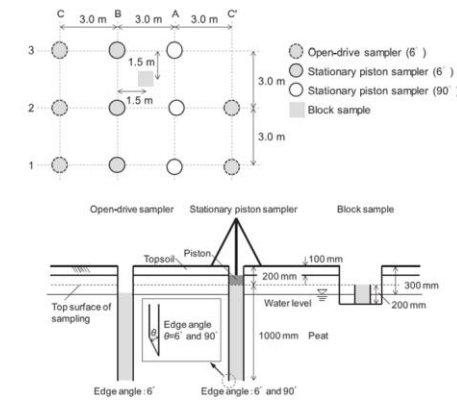
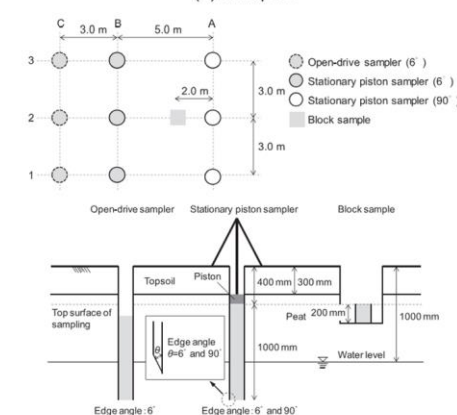


Fig. 2. Distribution areas of peats in Hokkaido, Japan (black colored areas) and investigation sites (Based on Civil Engineering Research Institute for Cold Region, 2017).



(a) Namporo



(b) Kitamura A

Fig. 3. Plan and cross-sectional views of the investigation sites.

#### コメント

- サンプリングの影響が高い泥炭を適切に評価するのはかなり難しいと感じた。

# The physical and mechanical properties of recycled aggregates strengthened by enzyme induced carbonate precipitation

## 酵素による炭酸塩析出によって強化された再生骨材の物理的および機械的特性

Yuru Chen <sup>a</sup>, Angran Tian <sup>a,b</sup>, Xinyu Luo <sup>a</sup>, Yu Zhou <sup>a</sup>, Qiang Tang <sup>a</sup>, Satoru Kawasaki <sup>c</sup>

<sup>a</sup>東呉大学, <sup>b</sup>香港大学, <sup>c</sup>北海道大学

### 概要

- 再生骨材 (RA) の品質改良に応用されている酵素炭酸塩沈殿法 (EICP) は土木分野における新技術である。
- 多くの実験的研究においてバイオミネラリゼーションの強化効果を評価する方法は、吸水率や破砕指数などのマクロな物性値に限られている。強化効果の大まかな評価は可能であるが、微視的な物性と組み合わせたメカニズム解析が不足している。
- 本研究は、大豆からウレアーゼを抽出し、ウレアーゼ活性に及ぼす大豆粉末濃度、pH値などの因子を検討した。

### 手法・結果

- 大豆粉末の濃度が40g/L、温度が10~50℃、pH値が8.0のとき、ウレアーゼの最適反応条件に達し、薬液濃度が高くなるにつれてCaCO<sub>3</sub>の生成速度も上昇。
- 薬液濃度が0.50 mol/Lの場合、吸水率の減少率はRAのすべての粒径において最も顕著であった。吸水率は5.5%から1.8%に減少し、約66.7%減少した。
- 硬度250HL以下のRAで最も顕著な表面強化が観察され、約8.7%の増加を示しが、硬度が300HLを超えると、変質法則はあまり識別できなくなる。
- RAの表面はセメント質物質を生成し、見かけ密度が増加する。RCAの見掛け密度の増加が最も大きく、2.8%増加した。
- RCAの破砕指数は14.7%に達し、RMAより24.4%低下し、その効果は改質7日目にピークに達した。

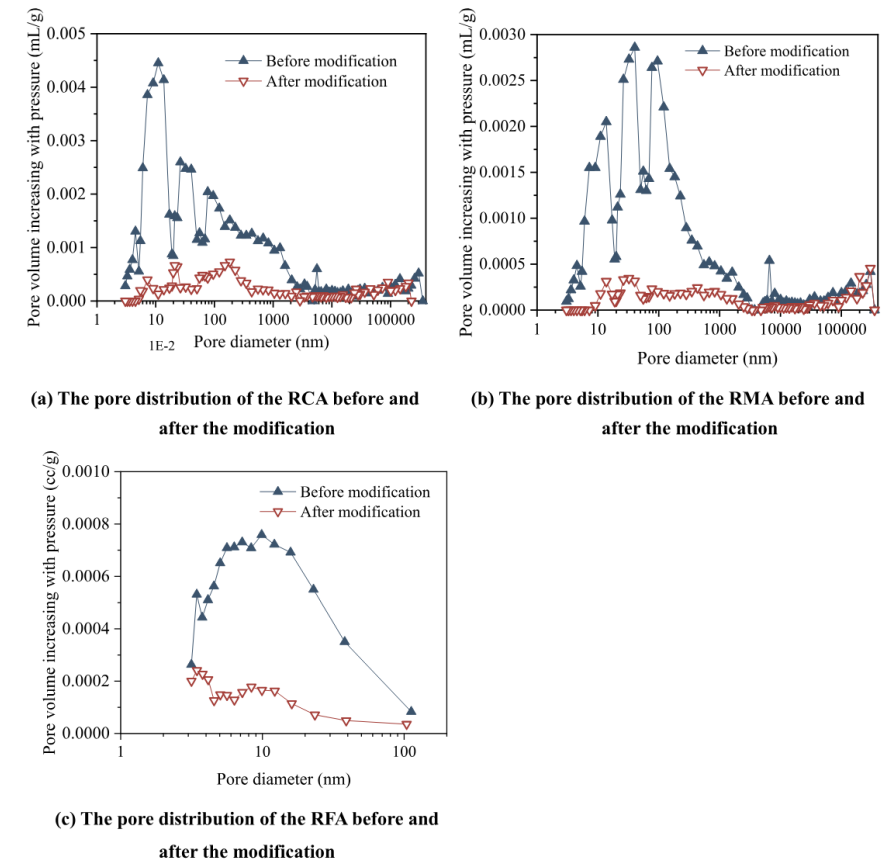


Fig. 11. The pore distribution of RA before and after modification.

### コメント

- 天然骨材と比較し、品質・物理的性質に乏しい再生骨材を強化するために大豆由来の成分を使っているのが新しいと思った。