

# SF2023完全読破チャレンジ week13

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

Effect of temperature on the soil–water retention characteristics in unsaturated soils: Analytical and experimental approaches

不飽和土壌の土壌保水特性に及ぼす温度の影響： 解析的および実験的アプローチ

Tuan A. Pham, Amirhossein Hashemi, Melis Sutman, Gabriela M. Medero

a ヘリオット・ワット大学

概要

- 実際によく見られる不飽和度は地質学的に重要な多くの新たなプロセス遷移が生じる。
- 既往の研究ではマトリックサクションの支配における温度の役割に焦点を与えているが、温度がマトリックサクションやSWRCに及ぼす影響を考慮した枠組みは存在しない。
- 本研究は、熱影響を受けた土における土-保水現象の理論的・実験的特徴を調べることを目的とする。

手法・結果

- 理論的には、不飽和土の熱-水-力学挙動を支配する構成則の簡単な評価が含水量、温度、間隙比によるサクションの変化の関連を示している。
- 提案モデルは、温度に依存する表面張力のみに基づくモデルよりも、温度によるSWRCの変動をより効果的に反映することができた。
- 温度が上昇するにつれて、含水比が一定でもマトリックサクションが減少することが明らかになった。
- 温度によるマトリックサクションの減少は、ほとんどがSWRCの遷移領域で起こり、残留領域ではほとんど変動がなかった。
- 提案モデルは実測データとよく一致し、既存の非等温SWRCモデルよりも優れた性能を発揮することが示された。

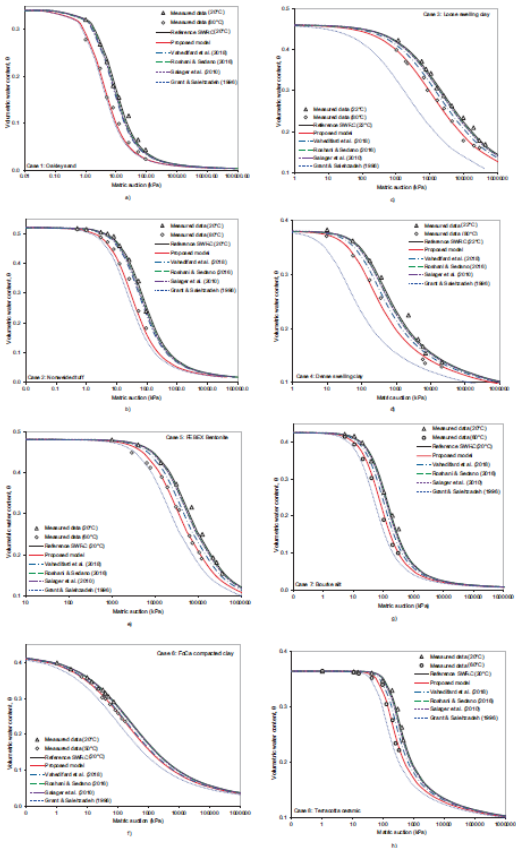


Fig. 9. Comparison of analytical and experimental models for sixteen selected data sets.

コメント

- 提案されたSWRCモデルは幅広い土質データを検証することにより、実施されたため、統計的評価がされており、信頼性が高いため、採用されたと考えられる。

## Evaluating barrier performance of geomembranes against 1,4-dioxane and bisphenol a in landfill leachates

### 埋立地浸出水中の1,4-ジオキサンとビスフェノールaに対するジオメンブレンのバリア性能の評価

Hiroyuki Ishimori <sup>a</sup>, Kazuto Endo <sup>b</sup>, Tomonori Ishigaki <sup>a</sup>, Masato Yamada <sup>a</sup>

<sup>a</sup> 国立環境研究所, <sup>b</sup> 国立環境研究所

#### 概要

- ボトムライナーは、廃棄物からの浸出液の漏出防衛の最終手段である。
- 既往の研究は、ジオメンブレンがある種の有機化合物に対して十分なバリア性能を示さないことを報告している。
- 本研究は、廃棄物浸出水中に含まれる1,4-ジオキサンとビスフェノールに対するジオメンブレンのバリア性能を評価するため、拡散透過試験を実施した。

#### 手法・結果

- PVC,LDPE,HDPEの三種のジオメンブレンに対する分配係数と拡散係数を示す。
- ベンゼンは厚さ1.5mmの地中膜を1か月という短期間で容易に透過する。
- ビスフェノールAはベンゼンに比べて溶解度が低く、疎水性が高いが、1.5mm厚の地中膜からは3か月溶出しなかった。
- 0.5mm厚のポリ塩化ビニール製地中膜では、ビスフェノールAが地中膜を完全に通過するのに約400日を要した。
- ビスフェノールAの分配係数はベンゼンの約1.8～9倍であったが、拡散係数はベンゼンのそれより1桁小さく、ビスフェノールAは地膜を容易に透過しないことが示された。
- 1,4-ジオキサンが0.5mm厚のPVC製ジオメンブレンを通過するのに約2,000日（=5.5年）を要し、分配係数はほぼ1であった。

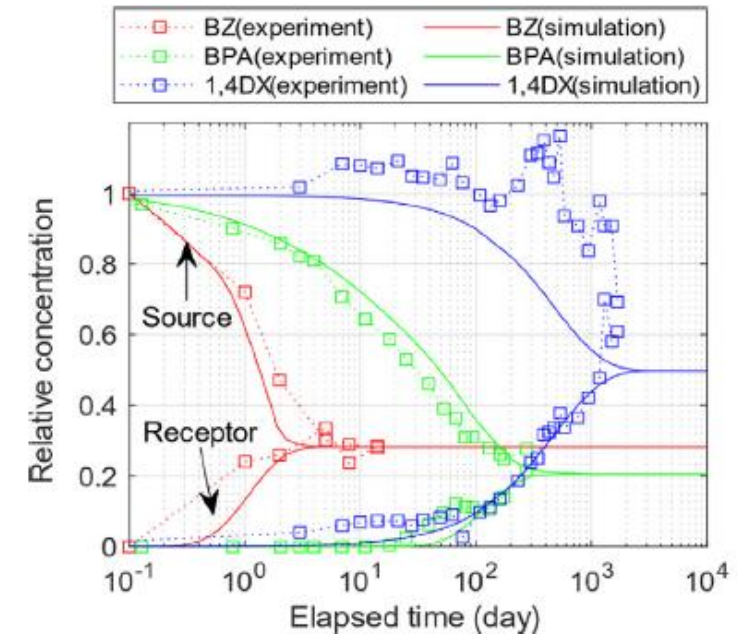


Fig. 5. Concentrations of benzene, bisphenol A, and 1,4-dioxane permeating in and leaching out of 0.5-mm-thick PVC geomembranes.

#### コメント

- ジオメンブレンの種類によって透過にかかる期間が異なるということ、水和した1,4-ジオキサンが長期間にわたり徐々に透過するということがわかる。

## Evaluation of natural and artificial fiber reinforcements on the mechanical properties of cement-stabilized dredged sediment

### セメント固化堆積物の力学的特性に及ぼす天然繊維および人工繊維の補強効果の評価

Jiang-Shan Li <sup>a,c,d</sup>, Xin Chen <sup>a,b,d</sup>, Lei Lang <sup>a,c</sup>, Xing-Xing He <sup>a,c</sup>, Qiang Xue <sup>a,c,d</sup>

<sup>a</sup> 中国科学院, <sup>b</sup> 中国科学院大学, <sup>c</sup> Hubei Provincial Key Laboratory of Contaminated Sludge and Soil Science and Engineering, <sup>d</sup> IRSM-CAS/HK PolyU Joint Laboratory on Solid Waste Science

#### 概要

- 浚渫は広く採用されている浄化技術であるが、典型的な劣悪な工学的特性を有するためセメント等で安定化を図ることが多い。
- セメント安定化された土は脆性が大きいため、現在は、繊維補強が注目されている。
- 本研究は、セメント安定化DS (CDS) の人口補強材及び天然補強材としてポリプロピレン繊維 (PF) 及びストロー繊維 (SF) を用い、一軸圧縮試験を実施し、繊維補強CDSの強度発現及び応力-ひずみ挙動に及ぼすセメント含量、繊維含量、繊維長、含水率及び養生年数の影響を調べた。

#### 手法・結果

- CPFDSおよびCSFDSのUCSはともに、PCおよび水の含有量の増加に伴って増加および減少した。
- 最適なPFとSFの長さは、それぞれ3mmと5-10mmであった。
- PC含有量の増加または水分含有量の減少は、CPFDSおよびCSFDSの脆性特性を悪化させた。繊維強化はCDSの延性を効果的に改善することができ、繊維の添加量が多いほど、延性挙動はより明らかになった。
- CDSの強度発現に及ぼす混合比の影響を特徴付けるために、全水/セメント比 (wt/C) というパラメータを提案し、PC含有率、含水率、硬化時間を考慮したCDSの強度発現モデルを確立した。
- 繊維とセメント系土粒子との間の摩擦抵抗は、繊維の“ブリッジ”効果を示し、引張亀裂と変形のさらなる進展を妨げた。

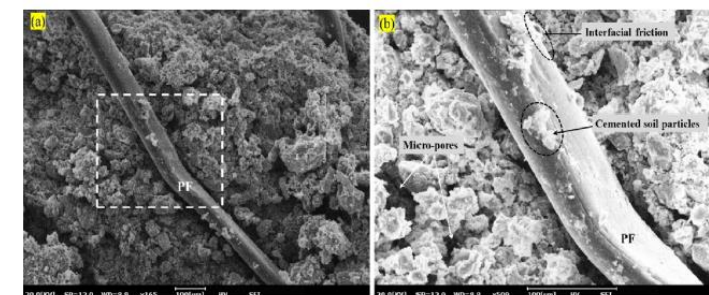


Fig. 17. SEM micrographs of typical 28-day CPFDS with magnification of (a) 165 × and (b) 509 ×.

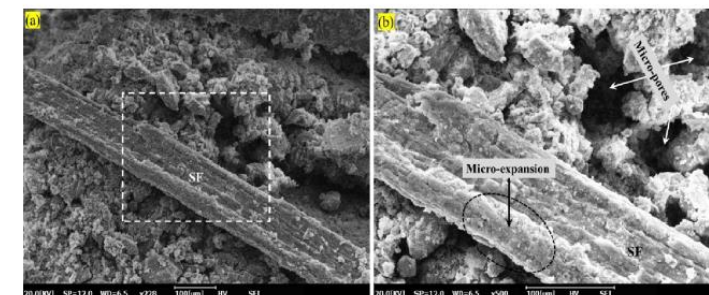


Fig. 18. SEM micrographs of typical 28-day CSFDS with magnification of (a) 228 × and (b) 500 ×.

#### コメント

- Introduction では繊維補強に関する研究が紹介されており、本研究に至るまでの経緯がわかる。
- CDSが繊維補強をすることで、機械的特性を向上させるということがわかる。



## Experimental study of the interface evolution behavior and softening mechanism of structure-marine soil

### 構造物-海洋地盤の境界面変遷挙動と軟化メカニズムに関する実験的研究

Qing Yang<sup>a</sup>, Zheng Zheng<sup>a</sup>, M. Hesham El Naggar<sup>b</sup>, Gangqiang Kong<sup>c</sup>, Shixing Zhang<sup>a</sup>, Gang Yang<sup>a</sup>, Yubin Ren<sup>a</sup>

<sup>a</sup> 大連理工大学, <sup>b</sup> ウェスタン大学, <sup>c</sup> 河海大学

#### 概要

- 海洋粘土構造物の非排水境界面特性は、海洋プラットフォームの設計の力ギとなるが、従来の境界面計測装置では、境界面せん断間隙水圧の計測が困難である。
- 本研究は、海洋地盤と構造物の境界面特性を評価するのに適した境界面計測装置を開発し、含水比の異なる供試体の非排水境界面変状挙動を調べた。

#### 手法・結果

- 初期含水比の異なる供試体を用いた非排水境界面試験の結果から、改良した装置との適用方法の精度・信頼性の検証し、非排水境界面せん断強度は明らかなひずみ軟化則をしめし、境界面は膨張する前に収縮傾向を示した。
- 境界面有効応力経路が明らかになり、境界面せん断強度のピーク後、“三角形”傾向を示し、その面積の大きさはひずみの軟化と粒子の膨張の程度を示す。
- 応力軟化  $\tau_s$  と水膜の濃縮率は線形相関がある。
- せん断後の構造物表面の土粒子は再配列しており、この現象から破壊面が境界面に位置していることが明らかになった。

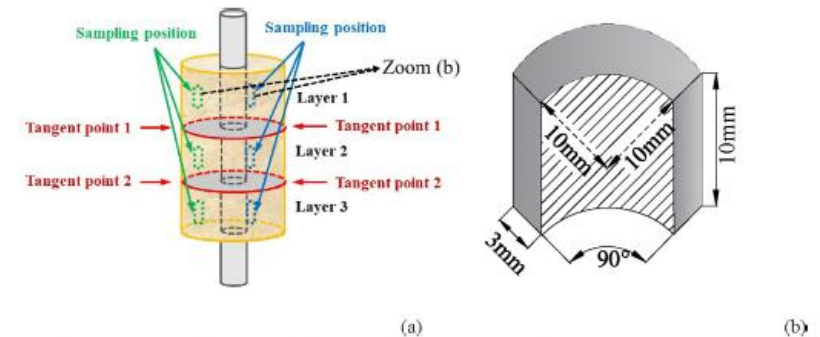


Fig. 9. Soil sampling detail drawing of the inside and outside of the structure: (a) sampling location and (b) sample cutting stereogram.

#### コメント

- 拘束圧の上昇とともにダイレイタンスー傾向を示す、粒子の再配置がなされていた。
- 自身の卒論にも通ずるものがある。

## Experimental study on sand anisotropy using hollow cylinder apparatus

### 中空円筒装置を用いた砂の異方性に関する実験的研究

Shotaro Yamada <sup>a</sup>, Maki Okada <sup>b</sup>, Masaki Nakano <sup>c</sup>, Toshihiro Noda <sup>c</sup>

<sup>a</sup> 東北大学, <sup>b</sup> 名古屋市上下水道局, <sup>c</sup> 名古屋大学

#### 概要

- 砂の異方性を中空円筒装置を用い、実験的に調べた。
- 砂の初期異方性の影響は、敷設面を有する供試体を用い、密度、主応力方向および、中間主応力を系統的に変化させた実験を行った。

#### 手法・結果

- 液状化現象や締固め現象における誘導異方性の重要性を示すため、片振り及び両振りの繰返しせん断試験を実施した。
- 砂の異方性は、せん断方向によって同じ密度の砂があたかも異なる密度を持つかのようにふるまう疑似密度変化を機械的挙動にもたらす。
- 中間主応力軸が堆積面に沿っている場合、中間主応力が最大主応力に近づくにつれて、せん断挙動は緩い砂の挙動に似てくる。
- 中間主応力が最大主応力に近づくほど、いわゆる破壊角は小さくなる。
- 繰返し非排水せん断時に有効応力経路が等方応力軸を横切るかどうかで、液状化の発生・進展に顕著な差が生じる。

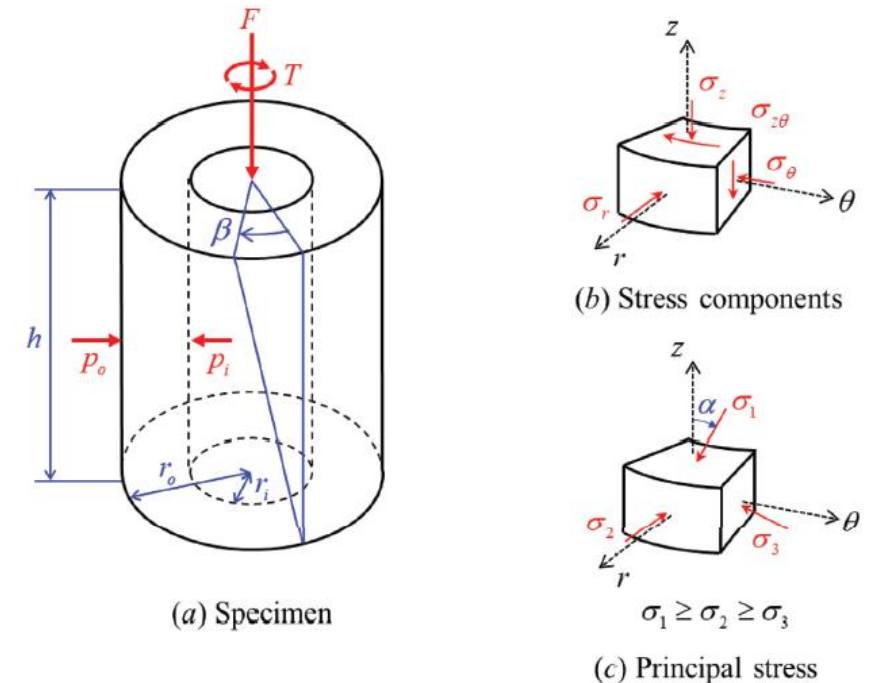


Fig. 5. Hollow cylinder specimen and stress.

#### コメント

- two sides of the same coin (表裏一体)
- 事前せん断の影響でその後の挙動に現れる疑似密度変化が顕著になるということが興味深い。

## Extraction of crude soybean urease using ethanol and its effect on soil cementation

### エタノールを用いた粗大豆ウレアーゼの抽出と土壌固化に及ぼす影響

Mathan V. Manmatharajan <sup>a</sup>, Edouardine-Pascale Ingabire <sup>b</sup>, Alex Sy <sup>c</sup>, Mason Ghafghazi <sup>d</sup>

<sup>a</sup> 福州大学, <sup>b</sup> Ministry of Natural Resources, <sup>c</sup> Fujian Key Laboratory of Geohazard Prevention, <sup>d</sup> 福州大学, <sup>e</sup> 南洋理工大学, <sup>e</sup> 重慶大学

#### 概要

- 酵素誘導炭酸塩析出法 (EICP) に基づく土壌改良法は、環境にやさしい技術になる可能性が高く注目度が高い。
- 安価かつ生成が単純な粗ウレアーゼ溶液の抽出と土壌固化に対する溶媒の影響についてはほとんど研究されていない。
- 本研究は、大豆からウレアーゼ抽出EICP処理による土壌固化に及ぼす影響を調べることが目的である。

#### 手法・結果

- 大豆からウレアーゼを抽出するため、エタノールを使用することの可能性と土壌固化に対する影響を調べた。
- 水とエタノールの混合液中のエタノール含有量が粗大豆ウレアーゼの抽出に影響がある。
- 抽出されたウレアーゼ酵素液のウレアーゼ活性はエタノール含量に大きく依存し、ECの増加とともに低下する傾向がある。
- エタノールで抽出した清澄なウレアーゼ溶液は、炭酸カルシウムの分布の均一性を改善するのに役立つ。
- 粗大豆ウレアーゼ溶液の濁度とウレアーゼ活性の両方が砂のセメンテーションに影響することが示された

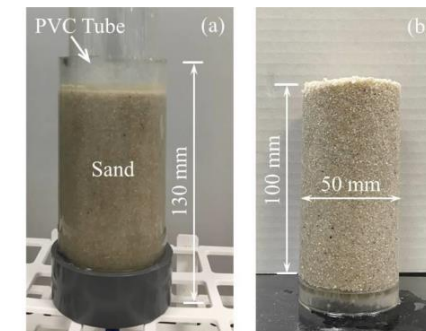


Fig. 2. Photos of sample preparation: (a) PVC Tube; (b) Cemented sand column.

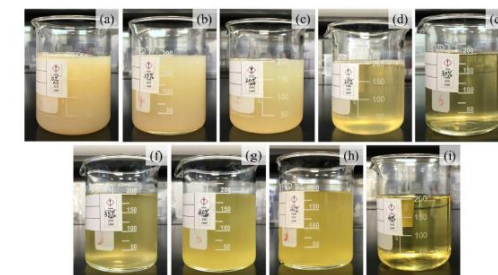


Fig. 3. Crude soybean urease solution extracted with various ECs: (a) EC = 0%; (b) EC = 15%; (c) EC = 20%; (d) EC = 25%; (e) EC = 30%; (f) EC = 35%; (g) EC = 40%; (h) EC = 45%; and (i) EC = 60%.

#### コメント

- SF2023では、大豆ウレアーゼに関する研究が他にも掲載されており、注目度がうかがえる。

## Failure envelope considering the ultimate tensile capacity of suction caissons in sand 砂地におけるサクションケーソンの極限引張能力を考慮した破壊包絡線

Hiroyoshi Hirai

<sup>a</sup> Applied Geotechnical Institute, Inc.

### 概要

- サクションケーソンは、海洋構造物の基礎や浮体式海洋施設のアンカーとして採用されているが、土質中の鉛直引張荷重、横荷重、モーメント荷重、に対する終局耐力を明らかにするための解析的検討はあまりない。
- 本論文では、砂地盤におけるサクションケーソンの終局耐力に及ぼす鉛直引張荷重、横荷重およびモーメント荷重の影響を明らかにするために、伝統的な支持力理論を用いて解析的検討を行った。

### 手法・結果

- 鉛直引張荷重を作用させたとき、スカート内外の鉛直張力を介してスカートの環状要素の鉛直平衡を考慮すると、サクションケーソンのスカートに隣接する砂の鉛直変位が示された。
- スカート内外の砂の鉛直降伏抵抗を考慮し、鉛直引張荷重下での降伏後のサクションケーソンの荷重-変位応答を明らかにした。
- 直径以上の砂を埋設したサクションケーソンの実験結果との比較から、これまでに提案されている支持力式のうち、最も適切な支持力式は以下の因子からなることがわかった。
- 傾斜引張荷重を受ける砂中サクションケーソンの変形-荷重応答について、室内試験で得られた結果と本手法で予測された結果とはよく一致した。
- 砂中サクションケーソンのH-M, H-V, M-V平面およびH-M-V空間における極限引張耐力を考慮した破壊面を示した。

地盤防災工学研究室

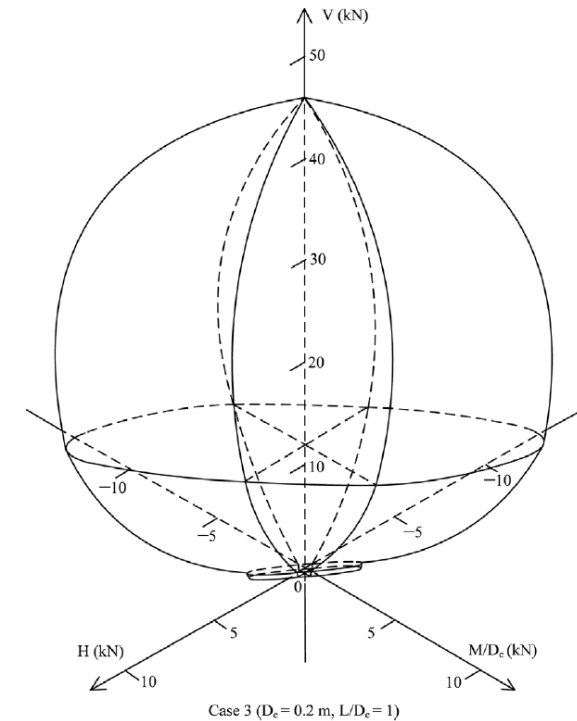


Fig. 17. Failure surface schematically illustrated in H-M-V space for suction caisson in Case 3 in very dense sand when H, M, and V are applied to top center of lid.

### コメント

- 実験と解析の結果から適した支持力式がこれまでに提案されている因子からなることを示しておりこれが採用された理由であると考えられる。