

A pre-trained deep-learning surrogate model for slope stability analysis with spatial variability

空間変動を伴う勾配安定性解析のための事前学習済みディープラーニングサロゲートモデル

Haoding Xu a, Xuzhen He a, Biswajeet Pradhan b, Daichao Sheng a

a School of Civil and Environmental Engineering, University of Technology Sydney, NSW 2007, Australia

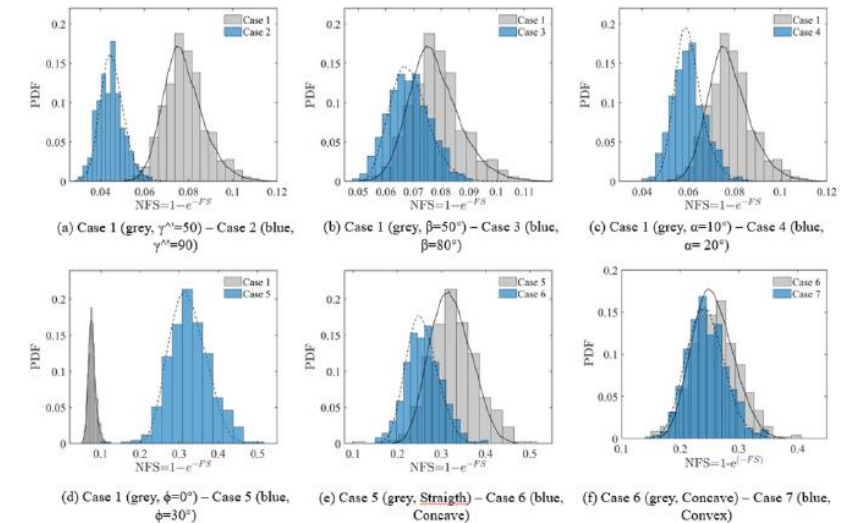
b Centre for Advanced Modelling and Geospatial Information Systems (CAMGIS), School of Civil and Environmental Engineering, University of Technology Sydney, NSW 2007, Australia

概要

- 本論文では、勾配安定性問題のための事前学習済みの深層学習サロゲートモデルを提示する。
- 大きな革新点は、共通の土壌特性、空間変動、勾配形状をカバーする大きなデータセット(12000 個以上のデータ)を用いてモデルを学習させることで、追加の学習や数値シミュレーションを必要とせずに予測を行う準備ができることである。

手法・結果

- 3種類の人工ニューラルネットワークの比較を行った。平均絶対誤差を学習損失と評価基準として使用するローカルコネクテッドネットワークが最も性能がよく(MAPE約6%), CNNが次(約10%)であることが分かる。完全連結ネットワークの誤差は比較的大きい(約13%)。
- ディープラーニングモデルの性能を検証するために、土壌パラメータ、勾配形状、および2種類の勾配面(凹面、凸面など)を含む7つのケースを設計した。この結果から、ディープラーニングモデルの確率密度関数は、FEシミュレーションによるブルートフォースモンテカルロ解析と高い整合性を持つが、計算量が非常に少ないことがわかる。



コメント

- サロゲートモデルとは、AIにCAEの計算結果を学習させて、計算結果を予測する手法。
- 設計・解析のフェーズを効率化できる。

Assessment of shear strength for clay liners using a dynamic probe

動的プローブを用いた粘土ライナーのせん断強度評価

Muawia Dafalla a, Abdullah Shaker a, Abdualлах Almajed b, Kehinde Lemboye b

a Bughshan Research Chair in Expansive Soils, Civil Engineering, King Saud University, Riyadh 11421, Saudi Arabia

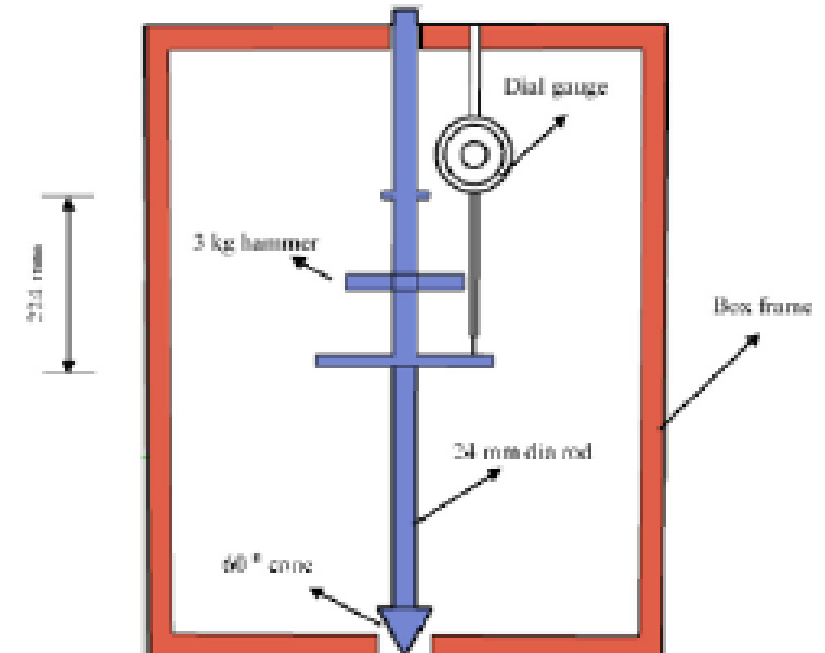
b Civil Engineering Department, College of Engineering, King Saud University, Riyadh 11421, Saudi Arabia

概要

- ライナーカバー層は、埋立地を閉鎖する際に通常設置される最上層である。最上層は一般に、湿気、温度変化、浸食の直接的な影響を受ける
- 本研究では、砂-粘土カバーライナーのせん断強度と密度を迅速に評価するツールとして、動的コーン貫入試験の使用を提案している。

手法・結果

- 軽量動的プローブは、ベントナイト砂混合材料を評価する際に信頼性の高いせん断強度を測定できることがわかった。
- 含水率が貫入プロファイルに与える影響が立証され、コーン貫通量と含水率の間に双線型の関係が示された。
- 貫入の傾向と乾燥密度の影響を検証するため、実験室でのコーン貫入試験が実施された。締固め曲線の最適ゾーンで線形関数が確立できることがわかった。
- 実施された試験は、砂粘土カバーライナーのせん断強度と乾燥密度の測定と評価に動的コーン貫入試験を使用することの有効性を裏付けている。砂粘土カバーライナーの締固め均一性とせん断強度の評価に迅速なツールとして動的プローブが使用できる可能性が示された。



コメント

- プローブ：測定や実験などのために、被測定物に接触または挿入する針（探針）

A two-dimensional experimental study of active progressive failure of deeply buried Qanat tunnels in sandy ground

砂質地盤に深く埋設されたカナートンネルの能動進行破壊に関する2次元実験的研究

Yanfei Zhang a,b, Xianfeng Liu a,b,c, Shengyang Yuan a,b, Jinyang Song a,b, Weizhi Chen d, Daniel Dias e

a Key Laboratory of High-Speed Railway Engineering of Ministry of Education, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China

b School of Civil Engineering, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China c School of Civil Engineering, Xinjiang Institute of Engineering, Urumqi 830023, China

d China Railway Eryuan Engineering Group Co. Ltd, Chengdu 610031, China e Laboratory 3SR, Grenoble Alpes University, CNRS UMR 5521, Grenoble 38000, France

概要

- カナートは帯水層や井戸から地下トンネルを経由して、砂漠や乾燥地帯に水を供給するインフラである。主に中国北西部、中央アジア、西アジアに分布している。
- カナートトンネルは様々な老朽化や崩壊により、著しい地盤沈下や災害を引き起こす可能性がある。本論文では、深く埋設されたカナートトンネルの安定性に及ぼす進行性破壊の影響を調査するため、2次元実験システムを開発している。

手法・結果

- 開発されたシステムは、粒子画像流速測定（PIV）システムと土圧・変位モニタリングで構築されている。
- 3つの異なる深さの埋設カナートンネルを考慮した3つの模型試験を乾燥砂上で実施した。実験結果は、坑道の進行性破壊に伴う乾燥砂中の土のアーチ効果の漸進的な増加を示した。
- 3つの埋設深度に対応する地表面沈下と体積損失を比較した。深く埋設されたカナートンネルは、地表面沈下への影響が小さい。
- 埋設深度の深いカナートンネルが崩壊した場合、地盤の土圧の変化は、応力増加領域、応力減少領域、再分配がない領域に分けられる。

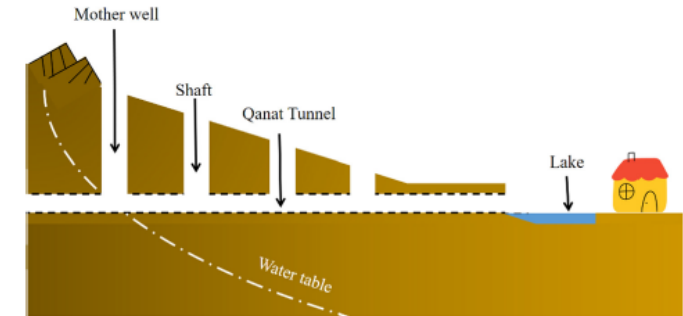


Fig. 1. Cross-section of a typical qanat.



Fig. 2. Ground subsidence and collapses due to qanats in Tehran (Baghban Golpasand et al., 2019).

コメント

- PIV（粒子画像流速測定法）：流体中に混入したトレーサ粒子の粒子画像により、2次元平面内の速度および方向を非接触で求める流体計測手法です。

Centrifuge model test study on micro-pile reinforcement of shallow foundation

浅い基礎のマイクロパイル補強に関する遠心模型試験

Zixi Li a, Ga Zhang b,

a State Key Laboratory of Hydrosience and Engineering, Tsinghua University

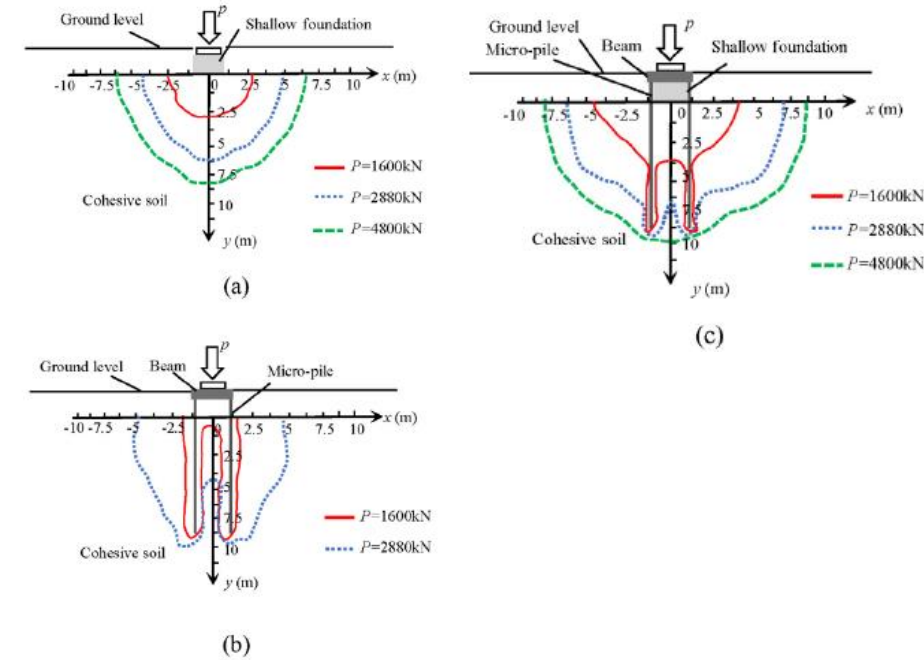
b State Key Laboratory of Hydrosience and Engineering, Tsinghua University, Beijing Post Code: 100084, PR China

概要

- マイクロパイル工法は、既存の基礎の実用的な補強手段である。浅い基礎とマイクロパイルの組み合わせを変えて、一連の遠心模型試験を行い、マイクロパイルの補強効果を検討した。
- 浅い基礎とマイクロパイルの間の相互作用メカニズムは、全視野画像に基づく土壌変位の測定に基づいて分析された。

手法・結果

- マイクロパイルは、沈下量を減らし、支持力を高め、土壌の変形をより均一にすることで、浅い土壌に効果的な補強を提供することが証明された。
- 負荷は、同じような境界形状で徐々に拡大し、マイクロパイルによって拡大する領域内で、土壌の変形を誘発する。
- マイクロ杭は浅い土壌に強化効果を及ぼし、隣接する土壌の水平変形を拘束することで耐軸性を向上させる。浅い基礎は、マイクロパイルを弱める効果があり、パイルと土の相対変位を小さくすることで耐軸性を低下させる。



コメント

- マイクロパイル工法：既設基礎の耐震補強工法として、橋梁の桁下や既設構造物に近接した場所など、厳しい施工環境に対応するために開発された杭基礎工法。

Design optimization and observed performance of a super-large foundation pit excavation subjected to unsymmetrical loading in water-rich floodplain: A case study

水が豊富な氾濫原で非対称荷重を受ける超大型基礎ピット掘削の設計最適化と性能観測： ケーススタディ

Bo Liu a,b, Dingwen Zhang c, Yuanyuan Wang d, Ningning Wang e, Wen Xu f

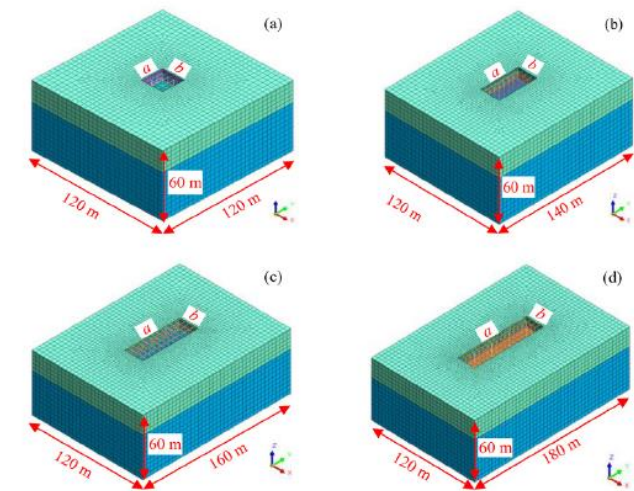
a School of Civil Engineering, Southeast University, Nanjing 211189, China b Key Laboratory of Water Management and Water Security for Yellow River Basin, Ministry of Water Resources, Zhengzhou 450003, China c School of Transportation, Southeast University, Nanjing 211189, China dCCCC Third Highway Engineering Co., Ltd., Beijing 101300, China e JSTI Group Co., Ltd., Nanjing 210017, China f College of Civil Aviation, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 211106, China

概要

- 地下空間の発展に伴い、大規模な基礎ピットプロジェクトが出現し続けているが、大きな掘削サイズ、非対称荷重、水の豊富な層などの要因が、基礎のピット掘削の安全を脅かす可能性がある。
- 本研究では、水が豊富な氾濫原で、非対称荷重を受ける超大型基礎ピットの掘削のリスクを低減する方法を提示した。

手法・結果

- サイズ効果を調べるために数値シミュレーションを行い、最適な制御手段を提案した。大きな基礎ピットを内壁で分割することで、基礎ピットのサイズ効果を効果的に低減できる。
- 非対称荷重効果を調べ、最適制御手段を提案した。非対称荷重をかけた側で水平支柱を追加することで非対称荷重効果を軽減することができる。
- 上記の提案を考慮し、支持系、水証明系、建設順序の設計最適化を行った。
- 採用した設計最適化を考慮した数値モデルを構築し、掘削による擁壁のたわみ、地盤沈下などを予測した。
- 自動監視と手動監視を組み合わせたシステムを確立し、採用した最適設計の合理性を確認するために、基礎ピット掘削の変形と力の挙動を把握した。



コメント

基礎ピットの解析は、これまで比較的簡単な地質学的条件と荷重条件を用いたものしか行われていなかったが、本研究では実際の施工現場を参考に複雑な条件の下解析を行っている。

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 a, Kazuto Endo b, Tomonori Ishigaki a, Masato Yamada a

a National Institute for Environmental Studies, Material Cycles Division, 16-2 Onogawa, Tsukuba, Ibaraki 305-8506, Japan

b National Institute for Environmental Studies, Fukushima Regional Collaborative Research Center, 10-2 Fukasaku, Miharu, Tamura District, Fukushima 963-7700, Japan

概要

- 廃棄物埋立地での浸出水の廃棄物からの漏出を防止するため、日本の埋立地の多くは、ジオメンブレンからなる二重ライナーを採用している。しかし、いくつかの研究により、ジオメンブレンは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が報告されている。
- 本研究では、日本の廃液中に検出されたビスフェノールAおよび1,4ジオキサンに対するジオメンブレンのバリア性能を、拡散透過試験により明らかにした。

手法・結果

- 0.5mm厚と1.5mm厚の塩化ビニル(PVC)、1.5mm厚の低密度ポリエチレン(LDPE)、1.5mm厚の高密度ポリエチレン(HDPE)の4種類のジオメンブレンを用いて実験を行った。
- これまでの報告と同様に、ベンゼンは1ヶ月という短い時間で1.5mm厚のジオメンブレンを透過した。
- ビスフェノールaは3ヶ月間、1.5mm厚のジオメンブレンのいずれから溶出しなかった。0.5mm厚のPVCジオメンブレンを完全に通過するには約400日必要であることが示された。
- 溶存した1,4-ジオキサンはジオメンブレンに吸着せず、ジオメンブレンを通過することはほとんどない。0.5mm厚のPVCジオメンブレンを完全に通過するには、少なくとも5年が必要である。

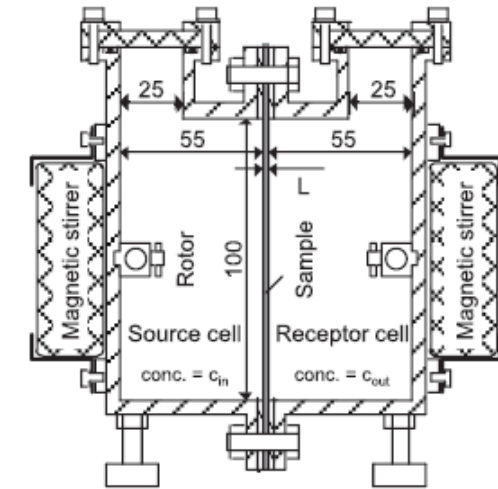


Fig. 1. Device for geomembrane diffusive permeation test.

コメント

日本と海外では浸出水に含まれる有機化合物の特徴が異なるため、地点ごとに埋立地のバリア性能評価を行う必要がある。本論文の新規性は、日本の埋立地の浸出液に高濃度で含まれる1,4-ジオキサンとビスフェノールaに対するバリア性能を評価したことである。