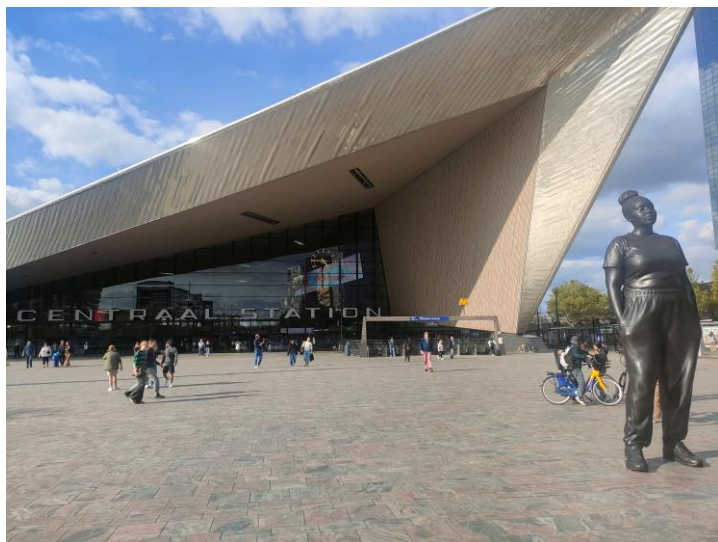


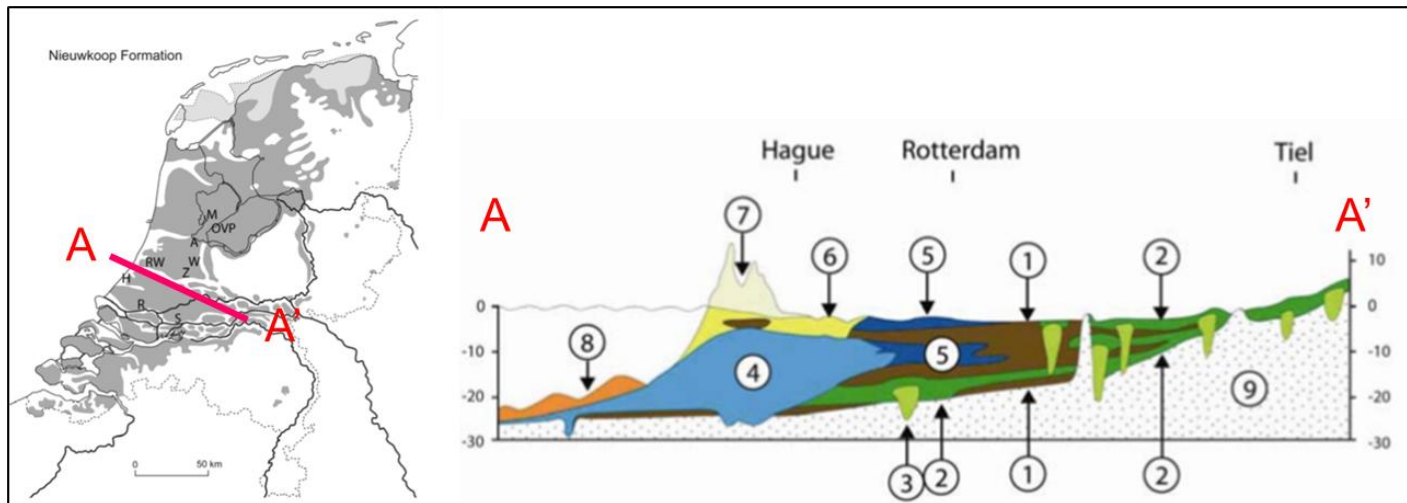


オランダ王国における土構造物及び 土質評価技術の現地視察

訪問地：ロッテルダム，デルフト，アムステルダム

北海道大学大学院 地盤物性学研究室 西村グループ
佐藤泰地（D1），河内太志（D2）

北海道とオランダの地盤条件の共通項：
国土の多くが泥炭性軟弱地盤上に形成されている



オランダの地層構造（①茶色が泥炭）：
国土の中心部に泥炭地盤が位置している²⁾

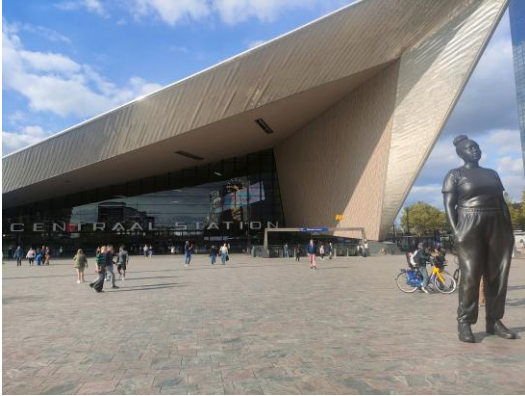
では現在のオランダにおける泥炭性地盤の工学的問題は？

- ✓ 複雑な実問題に対する学術研究の立場・方向性の視察を行う

1) 土木研究所 寒地土木研究所, 2017,泥炭性軟弱地盤対策工マニュアル. 2) Den Haan, E. J., and G.A.M. Kruse. 2007. "Characterisation and engineering properties of Dutch peats." Characterisation and engineering properties of natural soils, 3, 2101-2133. <https://doi.org/10.1201/noe0415426916.ch13>

視察行程

9/11 Day1. ロッテルダム：近代的都市開発と軟弱地盤対策



ロッテルダム中央駅



エラスムス橋



オランダビール

- ✓ 軟弱地盤上に発達したロッテルダムを見学
- ✓ 駅からは ترامがでており、利便性が高い
- ✓ 物価は高く、一食で約5000円/人かかる

9/12 Day2. キンデルダイク：オランダの伝統的な水管理技術と干拓の歴史



風車群



稼働中の風車



水上タクシー

- ✓ ロッテルダムから水上タクシーで接続可能
- ✓ 現地には軟らかい泥炭の分布を確認
- ✓ 各風車の運営は世襲制で、家計的に非常に厳しかったとのこと

視察行程

9/13 Day3. デルフト：地盤工学と水理工学の最先端研究



TU Delft



土木工学棟



不飽和三軸試験機

- ✓ 学術的視点から泥炭地盤や水管理を学ぶ拠点
- ✓ 学生の実態だが、（専攻にもよるが）ほとんどが修士課程で卒業し、就職するとのこと。
- ✓ 研究室の人手不足や運営費（研究費）問題は日本と共通か

9/14 Day4. アムステルダム：歴史的都市計画と地盤沈下



沈下により傾いた建物



ハウスボート



国立美術館

- ✓ 運河クルーズにより、沈下で傾いた建物や、ハウスボートを見学
- ✓ 住居不足解消に向けた取り組みの一つ
- ✓ 国立美術館は”歴史の貯蔵庫”という印象

Day3. TU Delft : Muraro 博士の実験室見学・研究意見交換会

- ✓ デルフト工科大学 地盤工学部門の実験的土質力学の助教である Stefano Muraro 博士は、特にデルタ地域における複雑な地盤工学的課題の解決を目指している。
- ✓ 研究テーマとしては、斜面の安定性・土留め構造物・土と構造物の相互作用などの地盤工学的応用に焦点を当てており、手法としては高度な実験室試験と数値モデリングの融合を行っている。
- ✓ 実験室の見学では、Muraro 博士から説明を受け、特に泥炭試料を対象としたオーダーメイドの土質試験機を見学した。その後、研究意見交換会として、現在河内・佐藤が取り組む研究課題や、Muraro 博士がこれまで行ってきた研究課題について説明を行った。
- ✓ 右のポスターは、長期の干ばつにより泥炭土構造物で発生するクラックに関する研究であり、これは2003年のWilnisの堤防崩壊以降活発に行われている。また、2020年にはオランダのSTOWAという組織によって「Drought Monitoring Project」が始められ、河川堤防のリスク管理がさらに徹底されるようになった。



泥炭試料



泥炭土構造物で発生するクラックの研究の紹介

TU Delft: 飽和度制御3軸試験機

モチベーション

- ・ 有機物からなる泥炭は分解に伴ってガスを生成
 - ・ 好機状態（比較的表層部）では CO_2
 - ・ 嫌気状態では H_2S や CH_4
- ・ **地盤状態によってガスの水容量が変化**
 - ・ 地下水位変動 / 建設時の地盤内応力変化
- ・ 間隙中のガスの生成による泥炭の力学応答の変化
 - ・ 有効応力 ~ 間隙状態の変化 (e.g. コラプス現象)
 - ・ これらに付随する**せん断抵抗**の変化

試験機について

- ・ 試験機の構成
 - ・ a, b : 通常と同様のセットアップ
 - ・ **c** : **二酸化炭素水生成セル**
(テーブル下・見た目はただのタンク)
 - ・ d : 二酸化炭素水浸透用コンプレッサー
- ・ 不飽和度の制御機構
 - ・ 二酸化炭素水をサンプル内へ圧力浸透
 - ・ 非排水状態でセル圧を下げることでガス量を制御
 - ・ 200万ユーロ 🇳🇵 🇳🇵 🇳🇵



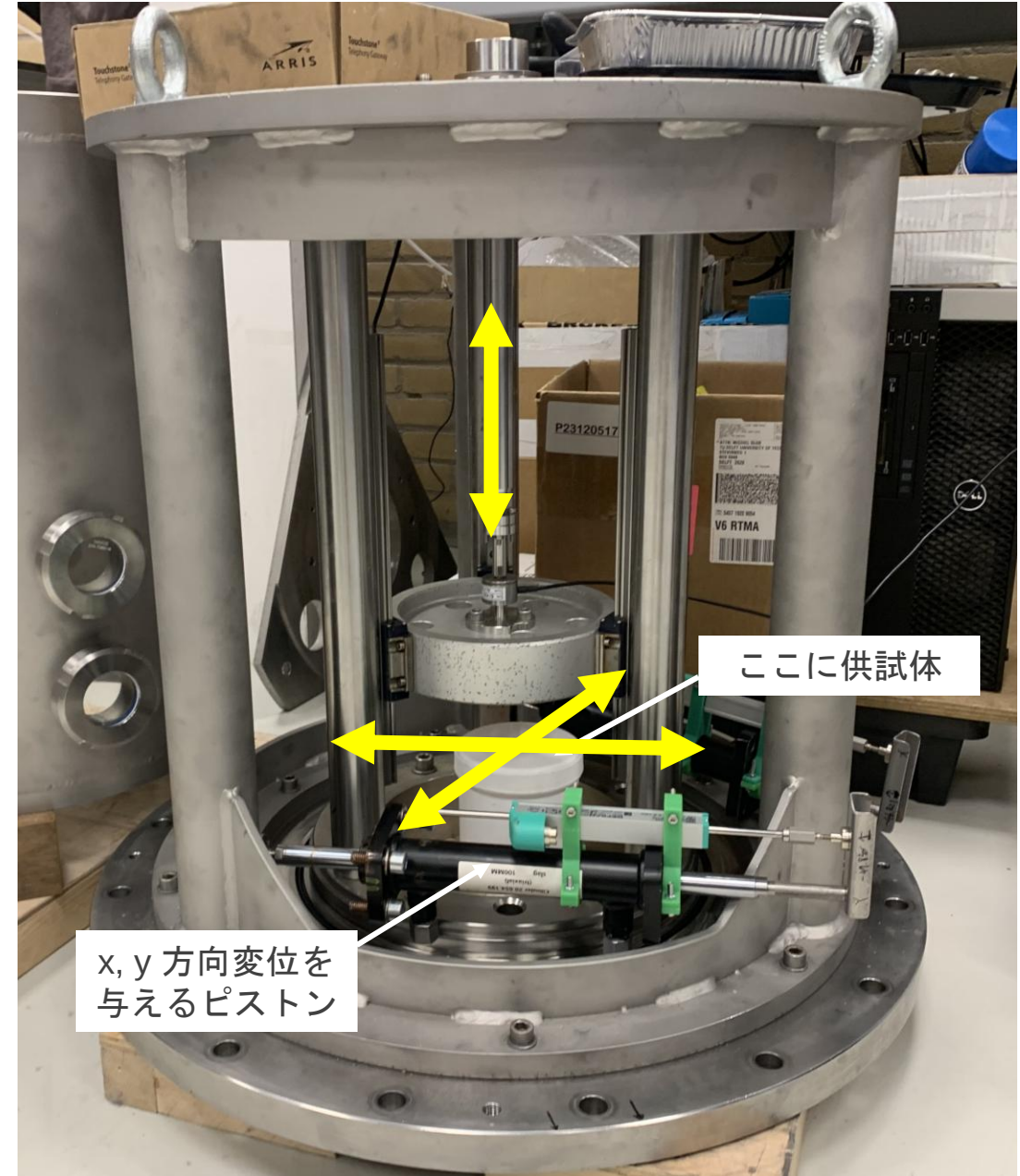
TU Delft: 多自由度の繰返し载荷試験装置

モチベーション

- ・天然ガス採掘に伴う「地震」
 - ・最大でマグニチュード3.6（小規模地震）
- ・泥炭地盤は揺れる！
 - ・軟弱なため伝搬速度が低下し
余剰エネルギーが振幅へ
- ・比較的高周波に対する泥炭の力学応答の解明
 - ・オランダ研究協議会中のSOFTTOPプロジェクト

試験機について

- ・制御機構
 - ・基本的に3軸試験機と同様だが
ペDESTALが平面的に自由変位可能
- ・実振動に相当する合成波を与えることが可能
 - ・一般的な繰返し载荷はz方向のみ
 - ・日本国内には1台しかないような代物...
- ・昨年PhDを終えた学生が使用。
 - ・室内試験~モデル化: アプローチや興味が
自分と似ており刺激になった



まとめ

- ✓ オランダへの訪問の目的は、北海道とオランダの地盤条件に共通点があり、特に泥炭性軟弱地盤の特性と、それに対する水管理や土木工学の技術について学び、実務と学術の両面で現地の研究活動を視察することである。
- ✓ オランダは、元々海拔が低い上に、泥炭性軟弱地盤上で発達してきたため、都市においても地盤沈下を経験してきた。各都市の見学を通じて、Dutch Peatや沈下により傾いた建物を確認し、これらの問題が実生活に与える影響を感じることができた。
- ✓ TU DelftのMuraro博士の研究室では、泥炭地盤や水管理に関する学術研究が行われており、その進展は工学的課題と学術研究が密接に連携していることが大きな特徴であった。また、学生の多くは修士課程を終了してすぐに就職する傾向があり、研究室の人手不足や運営費（研究費）の問題が日本と共通していることが伺えた。研究活動に関して、Muraro博士の研究室は課題を広く、また深く伝える技術を持っていると感じた。
- ✓ 総じて、オランダで学んだことは非常に多く、特に工学的課題に対するアプローチの違いや研究環境の比較を通じて、日本の研究に対する新たな視点を得ることができた。この訪問は、北海道とオランダの地盤条件に関連する研究活動をさらに深化させるための貴重な経験となり、目的を十分に達成できたと感じている。