

「組織的な若手研究者等海外派遣プログラム」参加報告

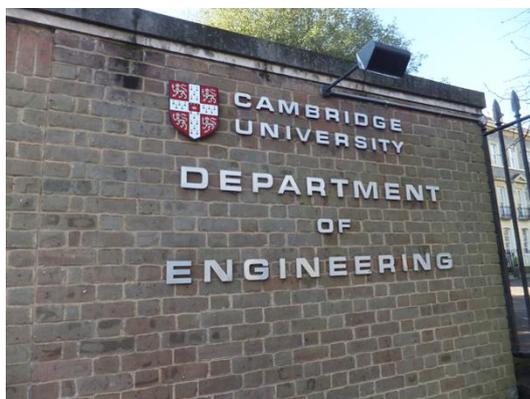
-英・Cambridge 大学ならびにノルウェー・NTNU への訪問-

工学研究科 システム科学部門 助教 杉本 知史
(派遣期間：平成 24 年 9 月 27 日～平成 24 年 12 月 3 日)

私は、ケンブリッジ大学 (イギリス) 曾我教授ならびにノルウェー科学技術大学 (NTNU : ノルウェー) Grande 教授の研究室を訪問し、主に軟弱地盤の改良技術や対策技術に関し情報を収集し、現地での調査に同行したことについて、その概要を報告いたします。

1. 滞在研究機関の紹介

ケンブリッジ大学は、英国でオックスフォード大学に次ぐ歴史を持つ伝統校です。大半の学生がカレッジ (学寮) と学部 of の両者に所属し、寮生活のもと勉学の時間はもちろんのこと、寝食から社交まで、チューターならびに幅広い分野の学生と過ごすという特徴的な教育スタイルを有することで有名です。現在約 25,000 名の学生が所属し、大学院生の約 4 割がヨーロッパ圏外から集まる国際色豊かな教育・研究環境となっています。私が訪問した曾我教授の研究室は工学部に属しており、「カムクレイ・モデル」の同大学の提案者の 1 人の名前がつけられた「スコフィールド・センター」を研究の拠点とされています。同センターには大型の遠心力載荷試験装置をはじめとした、各種模型実験のための設備が整っており、様々な国籍の約 20 名の大学院生が研究に取り組んでいました。軟弱地盤の対策やトンネル構造物の維持管理、杭基礎の安定性評価など、様々な研究テーマに精力的に取り組んでおられます。



ケンブリッジ大学工学部の正門



スコフィールド・センターの外観

一方、ノルウェー科学技術大学はノルウェー中部トロンハイムに位置し、国内で 2 番目

の規模を誇る約 22,000 名の学生が所属する大学です。近年、5つの大学・研究機関等が合併して生まれており、国内ではトップクラスの評価を受けています。私が訪問した Grande 教授の研究室は工学部に属しており、土木交通工学科の地盤・岩盤工学分野には教員 11 名、学生・スタッフ 15 名が所属しています。こちらも充実した実験設備による室内試験はもとより、数値計算による地盤挙動のシミュレーションが積極的に行われており、後述する原位置での動態観測も併せ、総合的な取り組みが行われています。



ノルウェー科学技術大学の中央棟



研究室が入る土木交通工学科棟

2. 研究内容と成果

(日本語による概要)

まず、ケンブリッジ大学曾我教授の研究室では、軟弱地盤中のシールドトンネルの掘削に伴うトンネル構造物の安定性評価に関する研究、杭基礎の安定性評価に関する研究について、これまで多くの成果を挙げられています。特に前者に関しては、トンネル掘削を模擬した模型による遠心力載荷実験 (Photo 1) が数値シミュレーションと併せて行われており、ロンドン周辺をはじめとするイギリス国内の地下鉄建設事業はもとより、ヨーロッパ各国の研究者と共同で同様の問題に取り組まれています。土質力学の分野においては、1960年代にロスコー、スコフィールドらが提案した土の構成則「カムクレイ・モデル」のご当地でもあることから、本モデルに関する研究室ゼミに参加する貴重な機会を得ました。また最近では、老朽化したトンネル構造物の維持管理のためのツールとして、光ファイバーを用いた変状検知装置の開発 (Photo 2) など、地盤工学の領域を超えた先端的な研究にも触れることができました。

一方、ノルウェー科学技術大学 Grande 教授の研究室では、スカンジナビア半島北岸に分布するフィヨルド周辺に堆積する「クイックレー」(Photo 3) と呼ばれる土の鋭敏比が極めて高い粘土地盤の研究、極寒冷地地盤の寒暖に伴う挙動に関する研究について、これまで多くの成果を挙げられています。前者について、私が日頃研究で取り扱っている有明粘土と比べても、遥かにその取扱が難しい粘土とされています。この土は、元々氷河により岩盤が削られることで生成・堆積した土砂がフィヨルド内の海水中に堆積した後、海岸線が後退したことにより陸域に出現して、今に至っています。その際、長い年月をかけ真水

の地下水により塩分が洗い出されたことで、静置している状態が丁度ランプのタワーのように脆弱な構造が生み出され、人為的な地盤の掘削や小規模な斜面崩壊など僅かな改変を起因として、極めて大規模な土砂災害をもたらしています。Photo 4 は、昨年トロンハイム近郊で発生したクイッククレイ地盤の地すべり現場であり、訪問当時は周辺地盤の安定性評価や発生原因の究明のため、現地での地盤調査や各種室内試験を鋭意実施している状況にあり、研究室スタッフとともに現地へ同行したり、試験に参加したりしました。その際、調査時のポイントとなる個所や土質の特徴、現地で一般的に行われている改良技術について、議論する機会を得ることができました。今後は、コンサルタント会社と共同で対策工の検討に向けたシミュレーションの実施に取り組む予定であるとのことでした。

(English abstract) The group of Prof. Soga in Cambridge University achieves significant results in research on stability evaluation of pile foundation and tunnel structures with shield tunneling method in soft ground. Centrifuge tests (Photo 1) for modeling of tunnel excavation are carried out with numerical analysis on same models. His group tries to resolve some problems of underground construction with European researchers. Cambridge University is so famous in field of soil mechanics because Prof. Roscoe and Prof. Schofield suggested the quite important constitutive law of soil “Cam-clay model”. I could have a precious opportunity of discussion about it. The deformation measuring system with optical fiber (Photo 2) is also developed as a tool for maintenance of tunnel structure.

The group of Prof. Grande in the University of Norwegian Science and Technology achieves significant results in research on behavior of ground in extremely cold region and sediment along northern Scandian fjord “Quick Clay” (Photo 3). Sensitivity ratio of this clay is very high; therefore its stability is quite lower than Ariake Clay in Japan. Photo 4 is shown a landslide site of Quick Clay near Trondheim in last year. Soil investigation and laboratory tests were carried out for evaluation of stability and clarifying causes during my visit. I also went together for geological reconnaissance and carried out some laboratory tests. I could correct information and discuss on the soil properties and characteristic improvement method in Norway.



Photo 1. Centrifuge tests machine in Cambridge Univ.

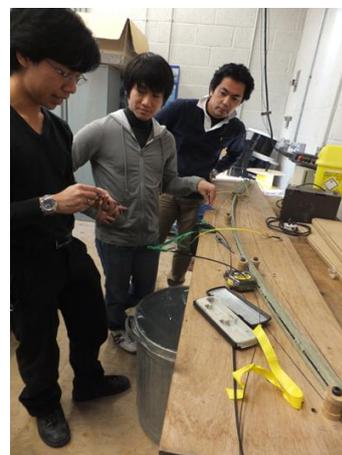


Photo 2. Development of optical fiber device

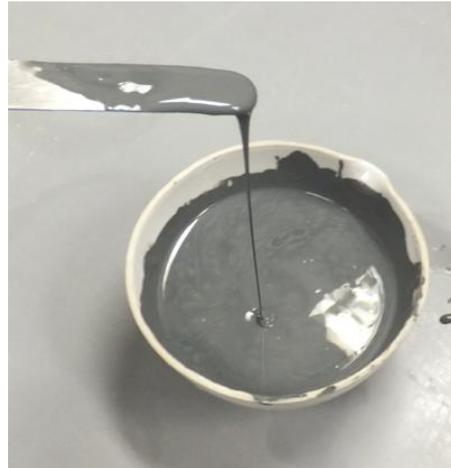
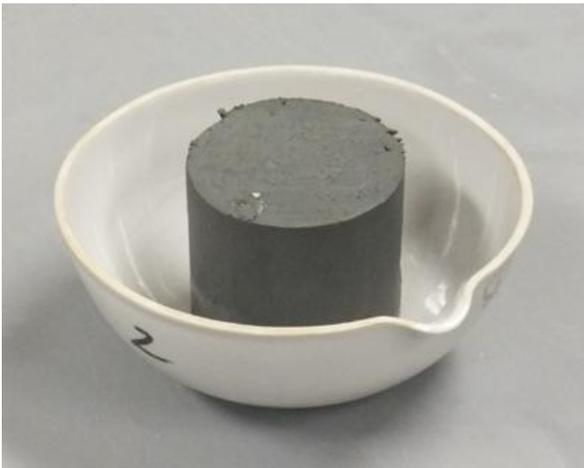


Photo 3. Specimen of Quick Clay (left: undisturbed sample, right: disturbed sample)



Photo 4. A landslide site of Quick Clay near Trondheim

3. 今後の展望と感想

当初はノルウェー科学技術大学にのみ訪問する予定でしたが、工学研究科 大嶺教授のご紹介の下、ケンブリッジ大学も訪問することができました。どちらも軟弱地盤を主テーマとして取り組んでおられるものの、それぞれヨーロッパを代表する先端的なテーマを扱われる研究と世界でも極めて特殊な材料をテーマとした研究という、大きく異なる内容を扱う研究室に身を置くことができたことは、今後の自身の研究活動に大いに役立つものと実感しています。特に後者に関しては、取り扱いが極めて難しい土に対する考え方・発想は、新たな手法を提案する上でヒントとなる可能性を秘めていると思われまます。最後に、今回の訪問に際し、このような機会をご提供いただいた工学研究科の関係者のみなさま、コース運営でご迷惑をおかけした教職員のみなさま、ならびに訪問させていただいた両大学の曾我教授、Grande 教授をはじめお世話になったスタッフならびに学生のみなさまに、この場をお借りして心よりお礼を申し上げます。

(2013.07.12)