

Ⅲ-823

Mini-drum遠心装置による粘土模型地盤のイオンの溶脱

九州大学工学部 正○大野 司郎 広島大学工学部 正 日下部 治
 広島大学工学部 学 S.B.Gurung (株)計測リサーチコンサルタント 正 梅本 秀二

1. はじめに

地盤工学における環境問題の中に汚染物質の浸透問題がある。長時間を要する汚染物質の浸透問題を含む環境地盤工学の諸問題に対して、著者らはmini-drum遠心装置が円周方向の連続地盤が作成可能なこと、時間の短縮（ $1/n^2 : n$ は遠心加速度）、簡便性、円筒容器利用時の長時間運転の安定性、コスト、作業効率の良さなど利用範囲を確認してきた¹⁾²⁾。本研究は、汚染物質の浸透問題が汚染物質を被覆する粘土や埋め立て地盤の利用時などの地盤強度にも影響を及ぼす複合問題であるという認識から、イオンの溶脱（リーチング）を事例とし、その過程の追跡と地盤強度に対する検討を行ったものである。

2. 試料

試料は広島県五日市沖で採取した沖積粘土を420mmのふるいで不純物・粗粒土分を除去し、人工海水（八洲製薬株式会社製アクアマリン）で含水比を調整（初期含水比130%：LLの1.5倍）したものを用いた。その物理的性質を表1に示す。

表1 広島粘土の物理的性質

ρ_s (g/cm^3)	砂分 (%)	シルト分 (%)	粘土分 (%)	LL (%)	PL (%)	IP
2.635	10	72	18	82	32	50

3. 実験方法

Mini-drum型遠心装置の円筒容器に図1に示す実験システムを設置し、図2に示す手順で実験を行った。なお、イオンの溶脱には蒸留水を、イオンの溶脱をさせない場合は人工海水を浸透させた。

粘土地盤は初期層厚6.5cm（9.75m：以後、括弧内はプロトタイプを示す）で、片面上面排水条件に遠心加速度150Gで自重圧密を行った。上部の上澄みを取り除いた後、上部から粘土表面より50mmまで蒸留水を投入し、下面を排水条件に淡水の一次元下向き浸透流による土壌イオンの長期溶脱過程を約5日間追跡した。なお、浸透力は粘土表面から水面までの水頭差により生じ、水位低下により排水量が微量となった2600分経過後には二度目の蒸留水の投入を行った。一連の作業は所定の遠心加速度を保った。

その後、排出水中のイオン濃度がほぼ一定になった時点で装置の回転を停止し、直ちに地盤内含水比の深度分布を測定した。地盤強度の計測のため、載荷装置を搭載後、再度所定の遠心加速度に戻し、変位速度5.5mm/minで直径25mm（3.75m）の円柱杭を約25mm貫入させ、貫入停止後抵抗値の安定を待って、引き抜き試験を行った。なお、化学分析は塩素イオン(Cl^-)を排水量300ml毎の平均イオン濃度として硝酸銀法で測定した。

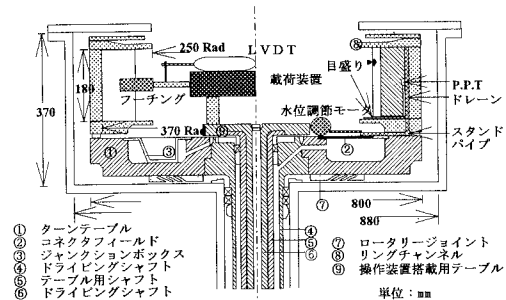


図1 実験システムとドラム詳細図

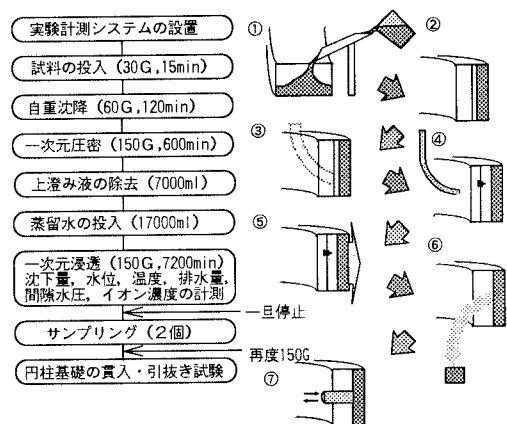


図2 実験手順のフローチャート

4. 実験結果及び考察

図3は塩素イオンの容脱過程の経時変化で、イオン濃度は蒸留水の浸透によって初期濃度20000ppmから6000分経過後には2000ppmまで減少しほぼ定常状態となった。実験条件から、この7000分にわたる浸透試験はプロトタイプで300年のデータに対応する。図4は深さ方向に10層に分けて得られた平均含水比と遠心加速度から求まる間隙比と鉛直有効応力の関係で、有効応力の算定には全層の平均動水勾配1なる浸透力を考慮した。同一条件下で行った遠心自重圧密の結果と合わせて示せば、標準圧密から得られる圧縮指数0.50に近いことがわかる。図5は円周方向に連なるリーチングを施していない地盤の3箇所の貫入・引き抜き試験結果である。荷重装置の位置を変えるために一旦停止させたにもかかわらず、地盤強度には顕著な変化はみられない。2回目に行った引き抜き試験は、貫入後、即引き抜き試験を実施したため、他の2回と20mm～25mmの範囲で微少ではあるが異なっている。引き抜き試験当初に底面部分の間隙水圧の消散が十分に行われず、底面の反力分が加わったと考えられる。図6（リーチングした場合の試験結果の変動は遠心装置のノイズによる）では貫入抵抗力に対してリーチングの有無にほとんど違いはみられないが、引き抜き抵抗力はリーチングによって減少していることがわかる。

5. おわりに

地盤強度におよぼす影響の定量的評価は、今後の研究課題であるが、イオンが溶脱された地盤において円柱杭の周面摩擦抵抗力の減少が確認された。実地盤への対応を考慮して、今回は自然粘土を用いて排水の塩素イオンの追跡を行ったが、イオン濃度測定の問題を解決すれば汚染物質の浸透問題は大幅に簡易なものとなるであろう。また、長時間を要する地盤工学の問題に関して、Mini-drum遠心装置を使用は工学的に極めて有用であり、特に環境問題における研究成果が期待される。

参考文献

- 1) Evans, D.C., Savvidou, C., & Schofield, A.N. (1994): Contaminant migration through clay in a mini-drum centrifuge, Centrifuge'94, pp.381-368.
- 2) 日下部治, A.N. Schofield, S.B. Gurung, 大野司郎: Mini-drum遠心装置の設計と利用, 土木学会論文集 (投稿中)

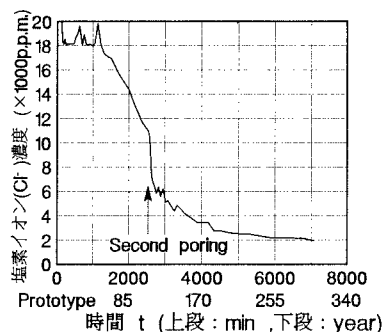


図3 塩素イオン濃度の経時変化

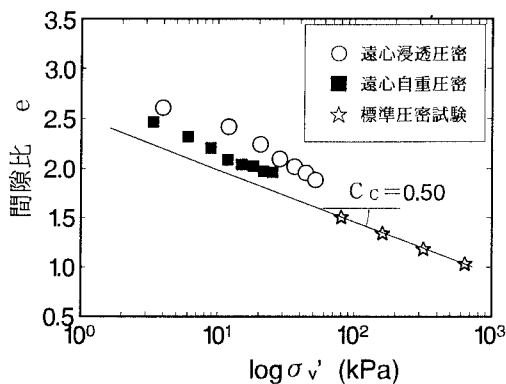


図4 間隙比～鉛直有効応力関係

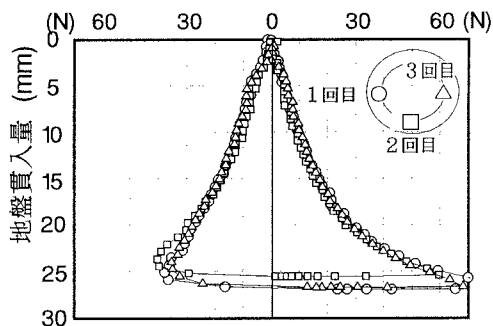


図5 円柱杭の貫入・引き抜き試験(リーチングなし)

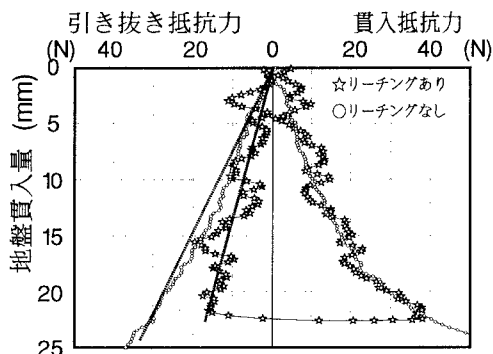


図6 円柱杭の貫入・引き抜き試験 (リーチング: 有vs無)