

Ⅲ-A409

大谷石模型地盤に設置した模型杭のクリープ沈下挙動

西松建設(株)技術研究所 正会員 武井 正孝
東京工業大学 正会員 日下部 治

1.はじめに

著者らは、地盤材料の粒子破碎現象を時間依存で連鎖的に進行する現象であるものとして捉え、その挙動を理解し、その上で杭のクリープ沈下挙動を解析することを目標とした研究を行っている。研究の初期段階の実験の一つとして、杭のクリープ沈下時の物理現象を理解するために、室内（1G 場）で模型杭の長期載荷実験を行った。本報では、実験の概要を報告する。

2.実験方法

実験装置の概要を図1に示す。模型地盤は、直径 25cm、高さ 20cm に整形した市販の大谷石である。市販の状態そのままで強度が大き過ぎるため、横山ら¹⁾の実験結果に基づき、模型地盤に“乾燥（炉乾燥 10 日以上）—吸水（10 日間以上水侵）—乾燥（前回と同）”の履歴を与えてから実験に供した。飽和地盤で実験を行う場合には、模型地盤に“乾燥—吸水”の履歴を与えた後、気密容器に水侵状態で入れて 24 時間以上脱気した上で、実験に供した。このような乾湿履歴を与えることにより、一軸圧縮強さは、乾燥供試体で 10MN/m^2 程度、飽和供試体で 5MN/m^2 程度となった。模型地盤は、鋼製容器（直径高さとも 30cm）に入れ、周囲を拘束するために、地盤と容器の隙間には、角材と乾燥砂を詰めた。模型杭には、直径 2cm、長さ 15cm、肉厚 2mm の鋼管を用いた。閉端杭とする場合には、杭先端に鋼製のキャップを取り付けた。なお、今回の実験では、杭先端部のみを地盤に接触させ、載荷を行っている。載荷はペロフラムシリンダー（空気圧）により行った。

実験ケースを表1～表2に示す。試験の種類は、静的載荷試験（SLT）および荷重保持試験（SUS）の2種類である。静的載荷試験では 1～3kN ずつの段階載荷により極限状態まで載荷を行った。荷重保持試験は、荷重がある一定値（保持荷重）に保ち、その間の杭の沈下量を計測する試験である。保持荷重に達するまでは、連続載荷（載荷速度：約 1kN/min ）により荷重を上昇させた。保持荷重の大きさは、降伏荷重（荷重～沈下曲線が最初に折れ曲がる点の荷重）に対する比率（以下、荷重比とする）で決定し、荷重保持期間は1週間とした。実験パラメータは、荷重比、水の有無（乾燥地盤：dry と飽和地盤：saturated）、および杭先端の形状（閉端：close と開端：open）である。

3.実験結果および考察

各試験の荷重～沈下曲線を図2に示す。左側のグラフには、乾燥地盤と閉端杭で行った5つの試験の曲線を示しているが、荷重 10kN 程度までは、概ね同様の沈下傾向を示している。しかし、2回の静的載荷試験（SLT11 と SLT12）の極限荷重は、それぞれ 21.5kN と 25.5kN で大きく異なっている。

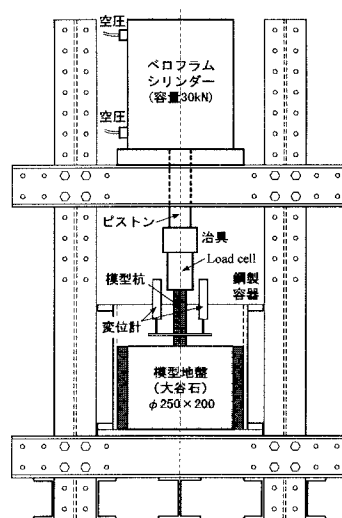


図1 実験装置の概要

表1 実験ケース一覧（静的載荷試験：SLT）

ケース名	模型地盤の水の状態	杭先端形状	降伏荷重 (kN)	極限荷重 (kN)
SLT11	dry	close	19.6	21.5
SLT12	dry	close	18.1	25.5
SLT2	saturated	close	9.3	13.3
SLT3	dry	open	13.7	23.5

※ 荷重比＝保持荷重／降伏荷重

表2 実験ケース一覧（荷重保持試験：SUS）

ケース名	模型地盤の水の状態	杭先端形状	降伏荷重 (kN)	保持荷重 (kN)	荷重比
SUS11	dry	close	18.6	18.6	1.0
SUS12	dry	close	12.8	21.5	1.7
SUS13	dry	close	10.3	19.6	1.9
SUS2	saturated	close	6.87	10.8	1.6
SUS3	dry	open	16.7	20.6	1.2

キーワード：杭，大谷石，クリープ，粒子破碎，模型実験

〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1 緑が丘 1 号館

Tel.03-5734-2592

Fax.03-5734-3577

いる。したがって、地盤と杭先端の条件を揃えても、極限荷重のばらつきは比較的大きいことが判明した。荷重保持試験の保持荷重は、当初、極限荷重に対する比率で決定する予定であったが、この結果を踏まえ、降伏荷重に対する比率で決定することに変更した。荷重保持試験では、いずれのケースもクリープ沈下を示している。SUS11～13の試験から、荷重比が大きいほどクリープ沈下量も大きいことが分かる。また、SUS2（飽和地盤）およびSUS3（開端）は、SUS11～13（乾燥地盤、閉端）よりも、大きなクリープ沈下を示している。

荷重保持試験中の沈下量の経時変化を図3に示す。横軸（時間軸）は、常用対数で表示している。SUS11～13の試験から、荷重比が大きいほど曲線の勾配も大きいことが分かる。また、SUS11以外の4ケースは、試験の途中で、曲線の勾配が、より急勾配に変化している。このような勾配の変化は、Sharp et al.²⁾の行った Calcareous Sand 地盤における平板載荷試験でも報告されている。

図3の各曲線を、勾配の変化する時点で前後に分け、それぞれを直線で近似し、前半の近似直線の勾配を1次クリープ係数 $C_{\alpha 1}$ 、後半のそれを2次クリープ係数 $C_{\alpha 2}$ とする。荷重比とクリープ係数の関係を図4に示す。SUS11～13では、荷重比が大きくなるほど両クリープ係数とも大きくなる傾向が伺われる。SUS2（飽和地盤）の場合は、両係数とも SUS11～13 の傾向からは大きくはずれている。SUS3（開端）の場合、 $C_{\alpha 1}$ は、SUS11～13 の傾向に載っているものの、 $C_{\alpha 2}$ は SUS12～13 の傾向からははずれている。このことから、開端杭のクリープ沈下のメカニズムは、 $C_{\alpha 1}$ で近似される期間は閉端杭と同様であり、一方、 $C_{\alpha 2}$ で近似される期間は、閉端杭とは異なることが推測される。

4. 模型地盤の観察および今後の課題

今回行いたいずれの試験でも、周辺地盤の盛り上がりは見られなかったこと等から、極限荷重時の地盤の破壊形態は、局所せん断破壊の状態であると考えられる。

飽和地盤で行ったSUS2のクリープ沈下には、地盤の圧密沈下も含まれると思われるが、それ以外のケースのクリープ沈下は、地盤の骨格構造の崩壊や構成粒子の破碎等が、その主要因であると考えられる。そこで、各試験終了後に、模型地盤を載荷位置を通る鉛直面で切断し、デジタルマイクロスコープを用いて切断面の観察を試みた。しかし、観察能力の不足等により、クリープ沈下の要因となりそうな地盤の破壊状況は見つけられなかった。今後は、観察手法の工夫や地盤材料を変更しての追加実験の実施等も含めて、実験結果の詳細な検討を行う予定である。

参考文献 1) 横山ら：土木学会論文集, No.568 / III-39, pp.113-123, 1997. 2) Sharp, D.E. et al. : Int. Conf. on Calcareous Sediments, Perth, pp.473-483, 1988.

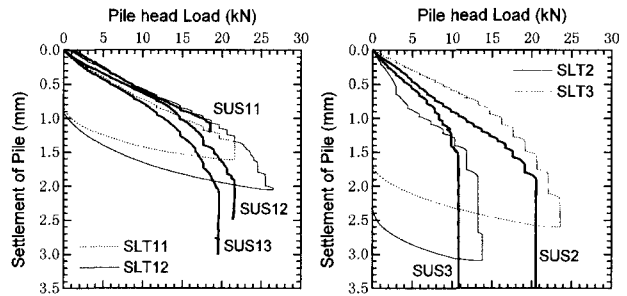


図2 荷重～沈下曲線

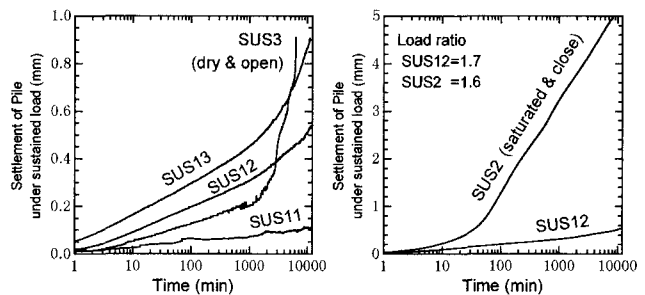


図3 沈下量の経時変化（荷重保持試験）

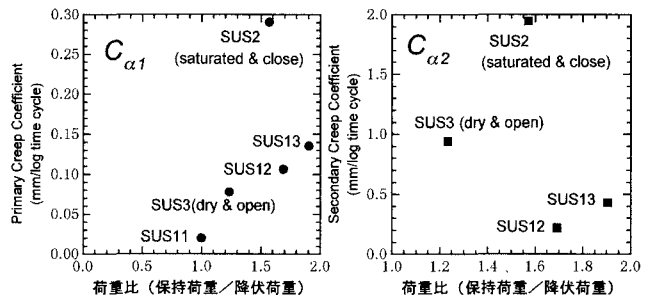


図4 荷重比とクリープ係数の関係