

Ⅲ-537

粘土地盤中の円形構造物の鉛直引き上げ挙動について

東京工大 学生会員 ○野城一栄 正会員 廣岡明彦 正会員 竹村次朗

1.はじめに

本研究では、粘土地盤中の円形構造物が浮力等の上向きの力を受ける場合の変形・破壊性状を調べるために遠心模型引き上げ実験を行った。実験では、構造物の直径 D に対する土被り厚さ C の比である C/D 、載荷速度の違いによる排水条件に注目し、これらが構造物の安定性に与える影響について検討した。

2.実験方法

本研究において用いた試料は表1に示す物理特性を持つカオリン粘土である。実験では、脱気したカオリンを平面歪容器に入れ所定の圧力で圧密した後、カオリンを半円形に削り取り、そこに上部にワイヤーの取り付けられた模型構造物を埋設し、再びカオリンを投入し圧密する。実験に用いた模型構造物は直径 100mm、奥行 150mm のステンレス製の中空円筒であり、周面には間隙水圧計・土圧計が取り付けられている。最終圧密終了後、地盤中に間隙水圧計を、模型地盤前面に光学ターゲットを埋設し、サーチャージを地盤表面に設置する。これにジャッキ・LVDT 等を取付け、図1に示すような実験システムを完成させ、遠心模型実験装置に搭載し遠心加速度 50g の下で正規圧密地盤を作成し、圧密終了後に引き上げ実験を行った。載荷方法には急速載荷と緩速載荷の2種類があり、急速載荷では変位制御方式で非排水条件が満たされるように毎分 3.0mm の速度で構造物を引き上げた。一方、緩速載荷では荷重制御方式で図2に示すようにまず荷重 0.8kN まで引き上げた後、1.5 時間その荷重を保ち、その後は 0.2kN ずつ荷重を増加させて同じ過程をくり返すことにより引き上げ実験を行った。また、それぞれの載荷方法で C/D を 0.5 と 1.0 の2通りに変え、計4ケースの実験を行っている。

表1 カオリンの諸特性

G_s	$W_L(\%)$	$W_p(\%)$	I_p	C_c	C_s	e_0	C/p
2.61	77.0	28.2	48.8	0.654	0.094	1.634	0.239

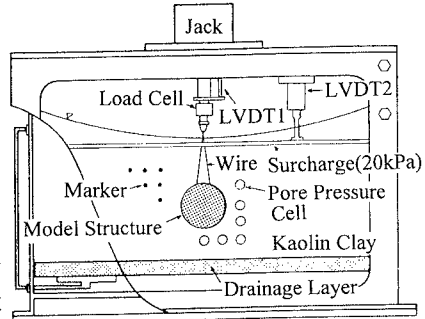


図1 実験システム

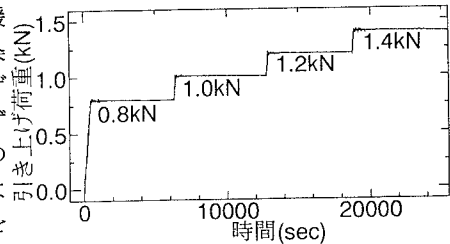


図2 緩速載荷での載荷過程

3.実験結果及び考察

図3は引き上げ荷重と構造物の引き上げ量との関係である。急速載荷では引き上げ荷重はピークを持ち、また、 C/D が大きくなるとピークの出る引き上げ量も大きくなる。一方、緩速載荷では荷重一定期間に大きな変位が発生するため、急速載荷と比べると、同じ引き上げ荷重でもかなり大きな変位が生じている。これより、構造物の安定性を議論する場合、許容変位量が小さな場合は短期的な非排水条件による評価でなく、長期的な排水条件による評価がより重要となることがわかる。図4は極限引き上げ荷重 Q_u と C/D との関係を示したものである。ここで、急速載荷ではそのピーク荷重から、また、緩速載荷では図5に示すように時間に対し構造物の引き上げ量の急増する荷重から、それぞれ構造物の有効重量を差し引いた値を Q_u とした。どちらの場合も Q_u は C/D とともに増加しているが、 Q_u は急速載荷の方が大きい。また、どちらも C/D が極めて小さな場合でもある程度の Q_u が期待できることがわかる。図6は急速載荷での引き上げ応力（引き上げ荷重を構造物の鉛直方向の投影面積で割った値）と構造物周囲の間隙水圧との関係である。構造物の引き上げにともない構造物上部では正圧が、下部では負圧が

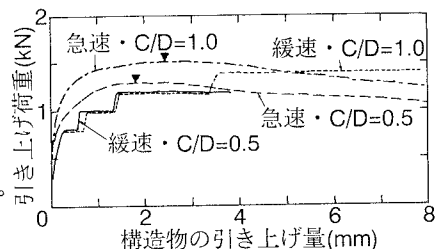


図3 荷重～引き上げ量関係

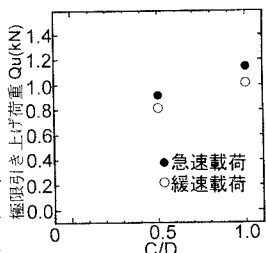


図4 極限引き上げ荷重

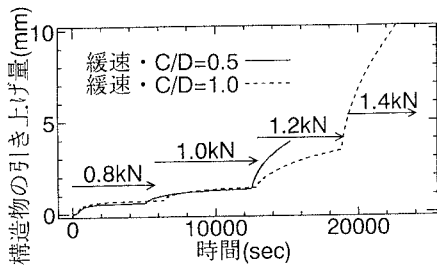


図5 時間～引き上げ量関係

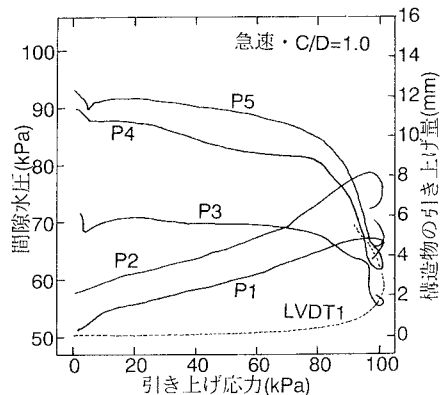
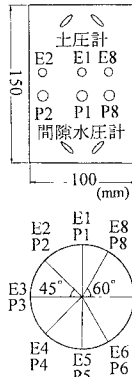


図6 構造物周囲の間隙水圧（急速・C/D=1.0）

発生している。正圧が引き上げ応力にほぼ比例して増加するのに対し、負圧は引き上げ応力にはあまりよらず、構造物の引き上げ量の増加が著しくなる80kPa付近から負圧も増大している。図7は緩速荷重における構造物周囲の間隙水圧の経時変化である。各荷重段階ごとに発生した過剰間隙水圧は荷重一定期間において時間の経過とともに消散している。正圧に比べ負圧の消散量が大きく、これにより荷重一定期間に構造物の引き上げ量が増加したと考えられる。図8はそれぞれの実験での引き上げ量約7.0mmでの地盤の変位ベクトル図及び最大せん断ひずみコンターである。急速荷重では構造物の下側に空隙が生じないように側方の土が構造物の下側に回りこむように変形している。一方、緩速荷重では地盤の変形は構造物上部でしか起きておらず地盤の変形の及ぶ範囲は急速荷重よりも小さく、また、構造物の変位が進むと構造物下部と地盤との間に空隙が観測された。この破壊メカニズム

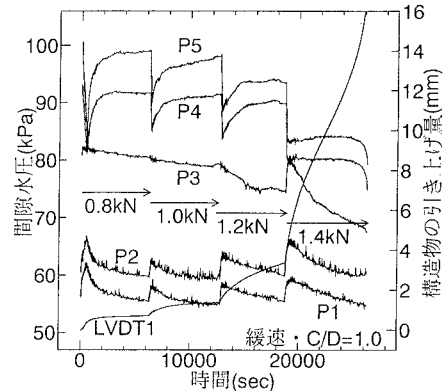


図7 構造物周囲の間隙水圧（緩速・C/D=1.0）

の差は排水条件の違いによるものである。図9は緩速荷重における構造物周囲の有効応力の経時変化であり、図中の数字は引き上げ荷重0.8kN到達時からの経過時間である。引き上げ時に生じる構造物下部の負圧は荷重一定期間に消散し、有効応力が時間の経過とともに低下していることがわかる。荷重段階が進み構造物の引き上げ量がさらに増加すれば最終的には有効応力は0になり、構造物下部と地盤とが離れるものと考えられる。このように、緩速荷重では構造物下部における負圧の消散が起るため、急速荷重とで破壊モードが異なり、結果的に両者の極限引き上げ荷重に差が生じたものと考えられる。

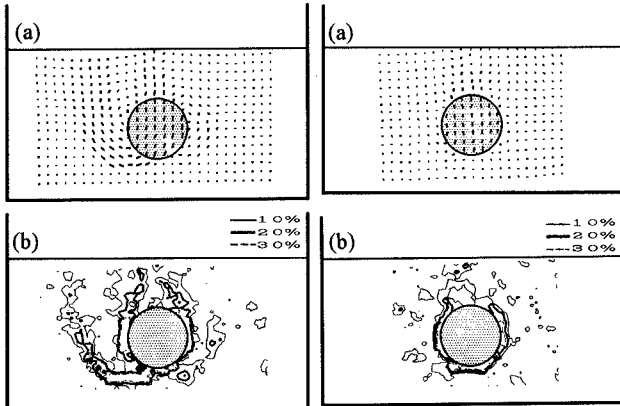


図8 地盤の(a)変位ベクトル図及び(b)最大せん断ひずみコンター

参考文献：塩梅他(1994)「上向きの力を受ける粘土地盤中の地下構造物の変形・破壊挙動」、第29回土質工学研究発表会

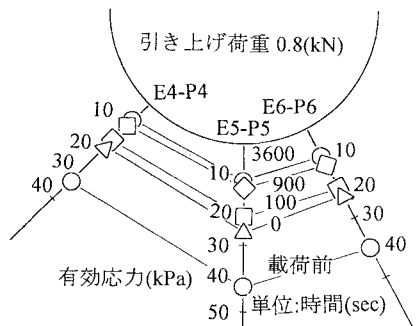


図9 構造物周囲の有効応力の経時変化（緩速・C/D=1.0）