

浅い基礎の繰返し载荷による砂地盤の変形挙動

徳島大学 学生会員○高辻祐紀, 黒木孝洋
正会員 渦岡良介, 上野勝利

1. 研究の背景と目的

構造物を設計する際の一つの手法として、支持力論である Terzaghi 式による塑性つり合いやすべり線法等が用いられている。しかし、実際の構造物は地震力や波浪力などの繰返しによる力が加わっており、繰返し载荷による破壊時点の地盤内の変形やそれにいたる過程、さらに破壊後の挙動に基づいての研究は少ない。本研究では、実験装置開発するとともに、単独基礎の模型を用いて鉛直方向の繰返し载荷実験を行った。繰返しによる地盤の変形挙動を画像解析によって可視化し、メカニズムを把握することを目的とする。

2. 実験方法

実験装置には空気圧で作動する2つのフジクラ BF シリンダ (藤倉ゴム工業株式会社) を取り付けている。鉛直方向には、押しは空気圧、引きはばねで作動する単動形シリンダ、水平方向には、押し引きともに空気圧で作動する複動形シリンダを取り付けている。オシロスコープで電圧の sin 波を確認しながらファンクションジェネレータで交流電気信号を生成し、レギュレータを通して2つのシリンダを操作する仕組みとなっている。図1に実験方法の概要図を示す。土槽の中に豊浦砂 $\rho_d=1.44\text{g/cm}^3$ を入れ、単独基礎の模型 (アルミ製:縦4cm, 横5cm, 奥行20cm, 重量1.18kg) を根入れのない状態で設置し、単動形シリンダで繰返し载荷をかけた。数回にわたって载荷・除荷を繰り返し、その際の変位と荷重を計測しながら地盤の様子をカメラで撮影し画像解析を行った。模型を砂地盤上にのせただけの初期状態では、模型下面と地盤表面が完全に密着していない。まず、初期状態からシリンダーで模型を载荷させ、地盤が降伏したところで除荷した。さらに塑性変形するところまで载荷させ、载荷・除荷を5cycle 繰り返し、それを6set 行った。

3. 実験結果

図2は、沈下変位と支持力の関係を表している。6.6kN/m² 载荷し変位が0.3mm になったところを初期降伏点とした。3set 目→4set 目→5set 目→6set 目のところで大きな地盤の破壊がみられた。各セットごとに繰返し载荷が5回ずつ行われているため、降伏点が

その数だけ存在する。初期降伏点を通る接線と、カーブが水平に近づいた近似線との交点の支持力の値を極限支持力とみなした。また、支持荷重が沈下量の増加に伴って増加していることから、局所せん断破壊に分類される。図3は、各セットごとの繰返し载荷による沈下変位量を表している。どのセットもサイクル数 n が増加するごとに沈下変位量が減少し、セット数が増加するごとに沈下量が大きいことが分かる。図4は、5set 目での降伏点の位置を表している。繰返し载荷の回数が増えるごとに沈下変位量が減少しているが、それぞれの降伏点はほぼ 20kN/m² であることが分かる。

4. 解析結果

4.1 最大せん断ひずみ $\Delta\gamma_{\max}$

● 極限前

図5は、1set5cycle 除荷→2set1cycle 载荷、図6は、2set1cycle 载荷→2set5cycle 载荷の最大せん断ひずみ $\Delta\gamma_{\max}$ である。2set 目でパンチング破壊が起こったが、その繰返し载荷後ではパンチング型すべり線と地表面とのなす角度に変化はなく、基礎直下でせん断ひずみが生じた。

● 極限後

図7は、5set5cycle 除荷→6set1cycle 载荷、図8は、6set1cycle 载荷→6set5cycle 载荷の最大せん断ひずみ $\Delta\gamma_{\max}$ である。3回目の破壊で放射せん断領域にまですべり線が生成された。その後の繰返し载荷後では、模型は約1.3mm 沈下したが受働すべり域側に大きな変化はなく、主働くさび周辺でのひずみが集中した。

4.2 合変位

図9は1cycle 除荷→2cycle 载荷、図10は4cycle 除荷-5cycle 载荷のときの5set 目の合変位量である。両者ともに、極限時を超え、土が2回目の破壊を起こしたときの繰返し载荷である。2cycle 目の载荷では、受働すべり域に変形領域が広がっているのに対し、5cycle 目では基礎直下を中心に変形領域が小さくなっていく様子がみられた。

5. 結論

極限前、極限後ともに繰返し载荷では、破壊を起こした部分でせん断ひずみが集中する結果となった。つまり、繰返し载荷ではすべり線の進展はしないということが分かった。また、5set 目では、载荷が繰返されるごとに変形領域が収縮し、沈下変位量も減少していく様子がみられた。しかし、それぞれの降伏点はほぼ変化しなかった。今後の課題として、単調増加载荷をかけた場合や密度を変えた場合の結果と比較していく必要がある。

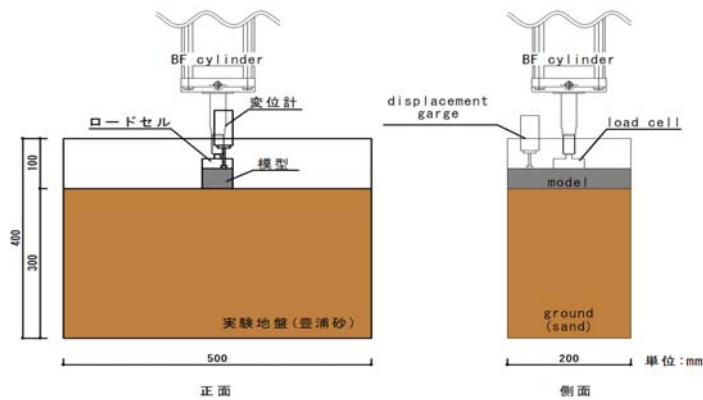


図 1 概略図

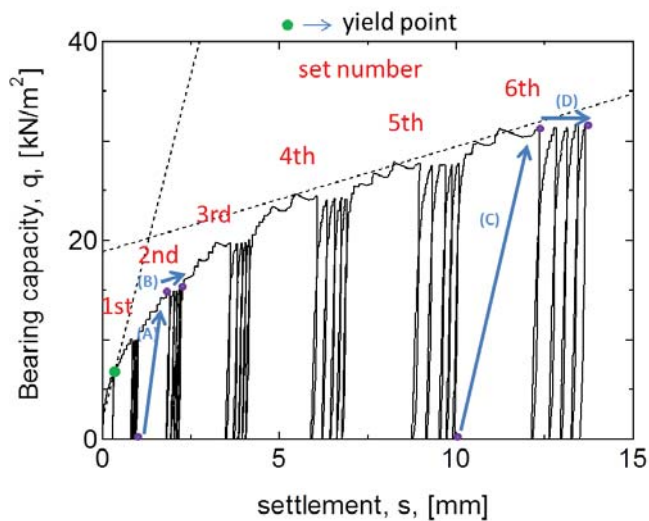


図 2 変位と支持力の関係

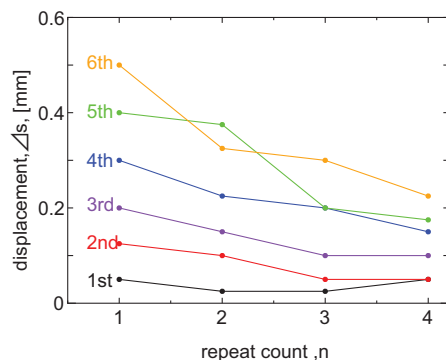


図 3 沈下変位量

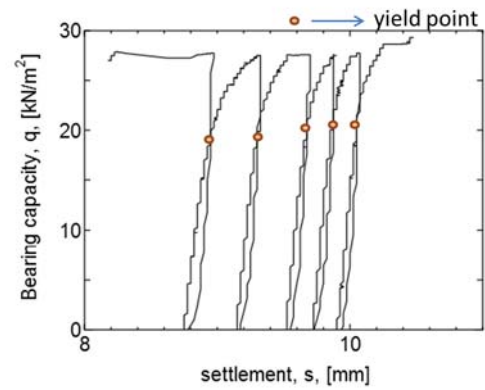


図 4 5set 目

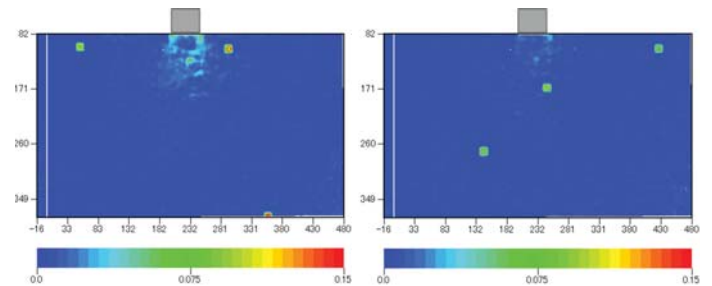


図 5 せん断ひずみ (A) 図 6 せん断ひずみ (B)

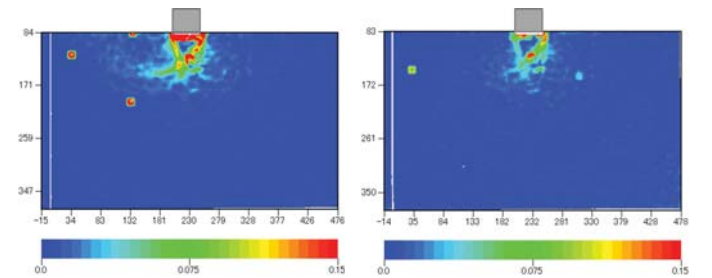


図 7 せん断ひずみ (C) 図 8 せん断ひずみ (D)

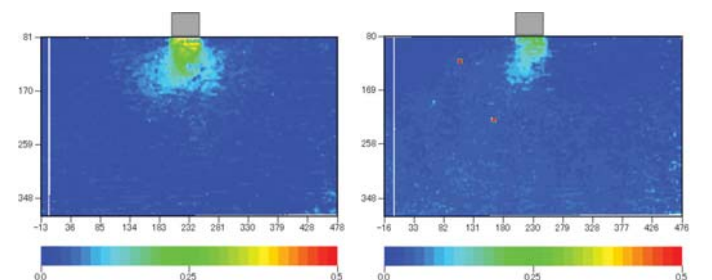


図 9 合変位
2cycle 目 (5th)

図 10 合変位
5cycle 目 (5th)