

載荷重を受ける流動化処理土の変形パターンに関する実験的研究

流動化処理工法研究機構 正 岩淵常太郎 正 市原道三
 東京ガス(株)パイプライン技術センター 横山 知章 安部 浩
 徳倉建設(株)技術部 正 三ツ井達也 (株)関配 正 勝田 力

1. はじめに

流動化処理土の模擬地盤で載荷実験を実施した¹⁾。その結果、荷重を加えると載荷板直下の局所に一樣に大きな沈下が発生することが確認された。地盤に働いた応力を分析するとせん断応力がせん断強度に至る前に圧縮応力が圧縮強度を上回り圧縮変形が先行する傾向がみられた。同時に局部的な一樣変形から載荷板により加えられた荷重は地盤内に分散することが少ない鉛直方向の変形のみが発達する、例えば梯子の一段目を踏み抜くと下まで落ちるような得意な変形パターンが推測された。そこで載荷板の形を円筒にして同様な載荷試験を実施して局所的な圧縮変形先行のパターンを再確認した。更に圧縮変形の進行に伴う地盤内部の変形状態を定性的に観察するために模型土槽を用いて室内試験をおこなった。2つの実験の結果を報告する。

2. 実験概要

1) 半円筒形載荷実験： 野外実験用フィールド（東京ガス(株)パイプライン技術センター内）にピット（2 m × 2 m × 1 m）を設け流動化処理土の模擬地盤を作成した。処理土の品質はB 1配合（ $q_u = 600 \text{ kN/m}^2$ / $\rho_t = 1.4 \text{ g/cm}^3$ ）とB 3配合（ $q_u = 400 \text{ kN/m}^2$ / $\rho_t = 1.6 \text{ g/cm}^3$ ）からなる¹⁾。載荷実験は「地盤の平板載荷試験」（JGS 1521 - 1995）にならぬ、但し載荷板については図 - 1 に示す厚さ 2 cm の鋼製円筒載荷板を用いた。反力には簡便な大型重機（バックホー 0.7 m³）を用いた。なお局所的な圧縮変形パターンを把握するため円筒形載荷板による地盤内の応力分布を有限要素法弾性解析により求めた。このとき解析に用いるポアソン比は過去の実験から $\nu = 0.2$ とした²⁾。

2) 室内圧縮変形試験： 比重を一定に調整した泥水に山砂を添加した A 1 配合（ $q_u = 196 \text{ kN/m}^2$ 、 $\rho_t = 1.38 \text{ g/cm}^3$ ）と A 2 配合（ $q_u = 208 \text{ kN/m}^2$ 、 $\rho_t = 1.98 \text{ g/cm}^3$ ）の流動化処理土を作成した。両者は固化強度が等しいが湿潤密度が異なる。これを一面が透明なアクリル板で内部が目視できる模型土槽（高さ 15 cm、幅 5 cm、長さ 20 cm）に打設した。平面ひずみ条件が保たれるように土槽の奥行き幅で厚さ 3 cm の矩形ブロックを置きひずみ制御でブロックを地盤の中に押しこんだ。このとき沈下量と圧力を計測する。実験では目視による変形を容易にするため地盤中に 1 cm 間隔で白い線を敷き詰めた。

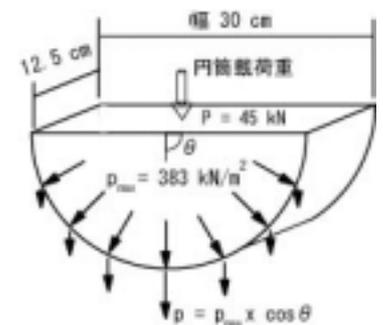


図 1 円形載荷板寸法

3. 試験結果

1) 半円筒形載荷実験： 実験で得られた荷重沈下曲線を図 - 2 に示す。B 1 配合の降伏点は荷重増加の幅が大きいので正確ではないが、約 600 kN/m^2 代、B 3 配合の 2 つの実験で得られた曲線はよく近似し降伏点は約 400 kN/m^2 代に表れた。この値は処理土の一軸圧縮強さと同じ応力レベルとなり、これは圧縮強度とも同じ応力レベルとなる。

載荷試験終了後に載荷板を撤去した後の変形状況を写真 - 1 に示す。載荷板の跡がクッキリと残り、載荷板近傍の上下左右に変形の痕跡がなく、塑性変形が載荷板直下でのみで進行する状況が確認された。

B 3 配合の地盤で降伏が表れる直前の荷重レベル 383 kN/m^2 を加えた FEM 解析の鉛直応力の分布を図 - 2 に示す。一般に水平地盤上の鉛直載荷による地盤内応力は圧縮状態となるが、載荷板の直下にその形状に応じた高い垂直応力コンターが発達し 40% 以上のコンターは鉛直方向に狭い幅内に伸びる傾向が確認され、ポアソン比を 0.2 とした影響が強く表れた。

キーワード 流動化処理土、平板載荷試験、圧縮変形、塑性ひずみ、密度効果

連絡先：〒101-0024 東京都千代田区神田和泉町 1 - 6 - 13 TEL03-3864 - 6181 流動化処理研究機構

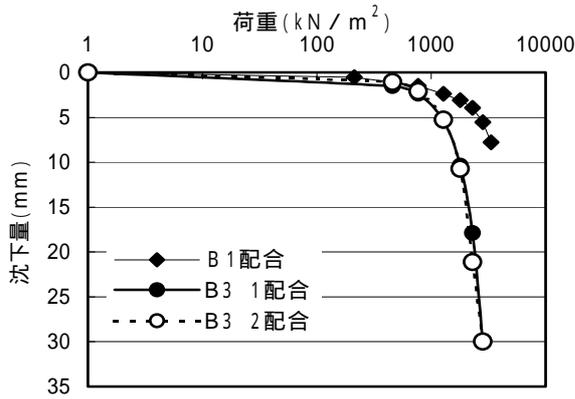


図 - 2 円筒載荷による荷重沈下曲線

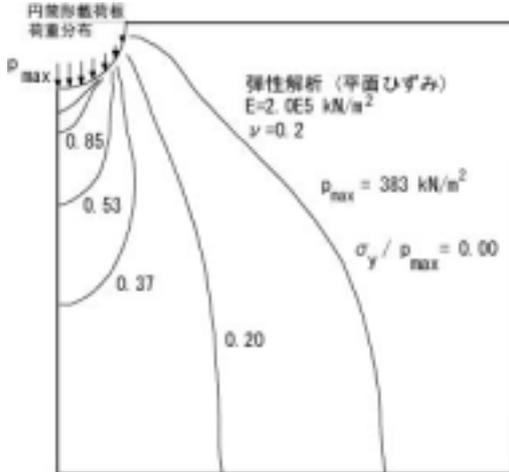


図 - 3 円筒載荷での地盤内応力分散状況



写真 - 1 円筒載荷後の変形パターン



写真 - 2 密度の低い地盤内変形状況

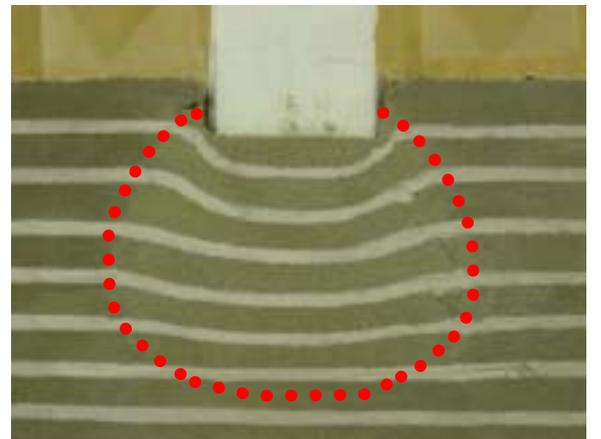


写真 - 3 密度の高い地盤内変形状況

2) 室内圧縮変形試験：

載荷重を増し沈下を継続させ降伏点を過ぎた地盤内の状況を写真 - 2 (A1 配合、荷重 209 kN/m²、沈下量 10 mm) と写真 - 3 (A2 配合、荷重 464 kN/m²、沈下量 10 mm) に示す。両者は同一沈下量に対して異なる載荷荷重となった。両者とも載荷板直下が陥没し周辺の変形がない沈下パターンが表面からは観測されるが、地盤内を観察すると密度の低い地盤は変形が載荷板直下に集中する傾向を示し、密度の高い地盤は変形が周辺に広がる傾向を示した。この段階の載荷荷重は前者がほぼ固化強度と等しいのに対し後者はその 2.5 倍となった。

4. おわりに

流動化処理土地盤に鉛直載荷を加えて変形パターンを実験により求めた。解析によるとポアソン比が小さな流動化処理土は弾性範囲内では荷重を加えた直下に鉛直応力が集中すること、表面の目視観察によると荷重が加わる直下のみに変形が現れること、および湿潤密度が高いと地盤内で変形が広がり応力が分散され支持力が大きくなる傾向が確認された。当初、表面の沈下状況から載荷荷重は載荷板直下に圧縮応力として伝達されて固化強度を超えると圧縮破壊が連続して直下に伸びてゆくと危惧されたが、湿潤密度の効果により応力が分散される傾向が示された。

【参考文献】

- 1) 岩淵常太郎、安部浩、三ツ井達也、岩橋亮、市原道三、勝田力、「打設された流動化処理土の現場性能実験（- 平板載荷試験 -）」第 41 回地盤工学研究発表会、平成 18 年 7 月
- 2) 久野悟郎、岩淵常太郎、市原道三、「固化した流動化処理土の力学的特性と品質規準に関する考察」土木学会論文集、No. 750 / - 65、pp 99 - 113、2003. 12