

III-101

液状化による構造物直下地盤の永久変位対策に関する振動台実験

熊谷組 技術研究所 正会員○濱田尚人

同上

渡辺則雄

同上

森 利弘

1. はじめに 液状化にともなう災害で、近年特に注目されている地盤の側方流動については、実際の流動現象を忠実に実験室で再現する事が困難なこともあり、そのメカニズムの定式化、及び流動圧や永久変位量の予測は現在基礎的な研究段階にある。しかしながら、この地盤の流動による盛土や擁壁、構造物の基礎の破壊現象は、重大な災害をもたらす危険性があり、一刻も早い対策法の確立が望まれる。

筆者らは低濃度のセメント懸濁液によって飽和砂地盤が難液状化される事¹⁾を確かめている。本報告では、これを構造物の直下地盤に注入改良した場合、周辺未改良地盤から流動圧を受けても改良体の永久変位は抑制される事を検証した。なお実験では、地盤内に矩形形状と台形状の改良体を作成し、改良体の形状効果による変形量や応答加速度に相違がでるか検討した。

2. 実験概要 図1と図2にそれぞれ矩形形状、台形状に改良を行った実験モデルの概要を示す。図中の数値はミリ単位である。地盤傾斜度は3%、台形改良体の斜辺傾斜角は水平に対し70度である。実験は実物の1/100モデルを想定している。用いた砂は豊浦砂であり、地盤の相対密度は50%をめざし空中落下法により作成した。また改良体の作成は砂乾燥重量に対し2%の普通ポルトランドセメントを事前に混合し空中落下させ作成した。図1、図2の改良体は同体積とした。地盤変位の測定においては、地表面は測定鉤、及びレーザ変位計、側面は色砂を置き測定した。加振条件は5Hzの正弦波を0~250galまで段階的に増加させ各段階10秒間入力した。実験は二日の養生期間をおき実施した。

3. 実験結果及び考察

(1) 改良体部分の変位抑制 図3から図5に未改良地盤、矩形改良体、台形改良体の加振後における地盤の変位ベクトル(地表面の沈下量は測定をしていない)を示す。図3の未改良地盤の変位ベクトルは地表面付近が大きく、基盤層に向かって深くなるほど小さい。このような場合、杭基礎などの破壊は液状層の表層に近い部分すなわち杭頭付近で発生する可能性が高くなる。図4、5より、矩形、台形の双方とも改良体自体の側方変位はよく押さえられている事がわかるが、改良体の地表面の変位量には差がある。図6、7に改良体地表面の変位の時刻歴を示す。台形改良体は矩形改良体に比べて残留変位は3/4程度と小さくなっている。図4の矩形改良体と未改良地盤部分の右側境界における変位を見てみると、全体的に砂が改良体の右下部にもぐり込むような方向にでている。一方、図5の台形改良体と未改良地盤の右側境界では、地表付近における変位は左上方向にでている。この事から、台形改良体は未改良部からの流動圧を受け流す作用があり、その作用は未改良地盤の地表面付近で顕著であると考察する。杭基礎をこの改良体内に設置する事を考えた場合、地盤の表層部に大きく変形する部分があると、基礎の破壊が生じる事が考えられるが、台形改良体は表層部において大きな局所変位は出ず、基礎の安全性は高まると言える。

(2) 改良体上部における応答加速度 図8、9に矩形改良体、台形改良体のそれぞれについて、加振中における応答加速度倍率の時刻歴を示す。これより、矩形改良体の場合には地表面における応答倍率が大きく、改良体の下部ほど小さい傾向にある。これに対し、台形改良体の場合、改良体の深さ方向には顕著な差は認め

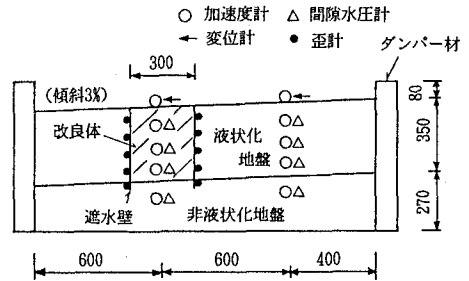


図1 矩形改良体の実験モデル

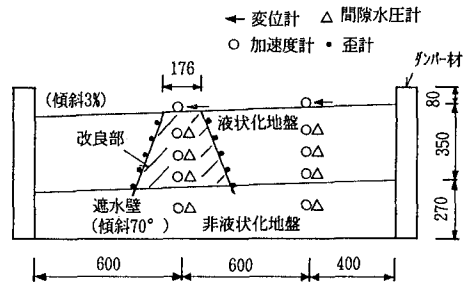


図2 台形状改良体の実験モデル

られない。また、台形改良体の応答加速度は矩形改良体に比べ全体的に少なくなっている。矩形改良体の応答加速度が大きくなる原因の一つには、形状の相違から生じるロッキング振動が考えられる。これは図8の入力加速度150gal~200galまでの応答加速度記録が、地表面から深さ方向にほぼ比例した形で小さくなっている事からもわかる。しかし、図8の250gal入力中の応答加速度は、地表面部分の記録が卓越して大きい。改良体のロッキング振動により表面付近は液状化流動圧をまともに受けている事が原因と考えられる。一方、台形改良体はロッキング振動がなく、また地表面の流動力を受け流す事ができるため(図5参照)、地表面において卓越した応答加速度は出てこないとする。以上より、改良体の安定性、応答性という点で台形状改良の方が望ましいと言える。

4. まとめ 低濃度のセメント懸濁液により作成された改良体は、未改良地盤からの液状化流動圧を受けても変位を抑制し得る。また、改良体の形状として台形のもの矩形のものに比べ、地表面変位の抑制、及び地震安定性、応答性の面で有利である事がわかった。

参考文献 1) 渡辺則雄ほか: セメント懸濁液を用いた液状化対策に関する振動台実験(その1~3)、第28回土質工学研究発表会講演集、1992.6

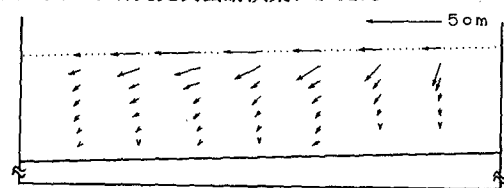


図3 未改良地盤の変位ベクトル

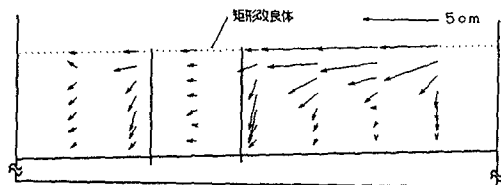


図4 矩形改良体の変位ベクトル

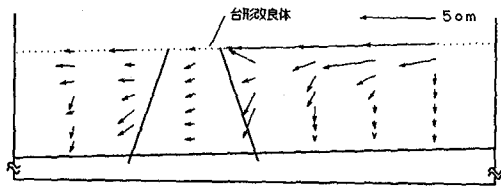


図5 台形改良体の変位ベクトル

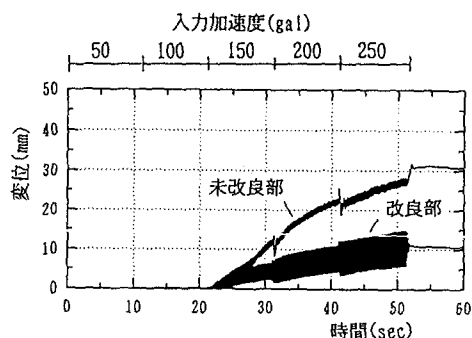


図6 矩形改良体の表層変位

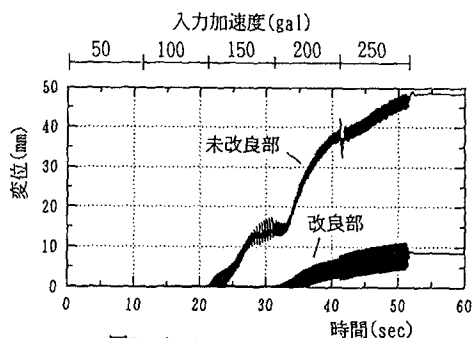


図7 台形改良体の表層変位

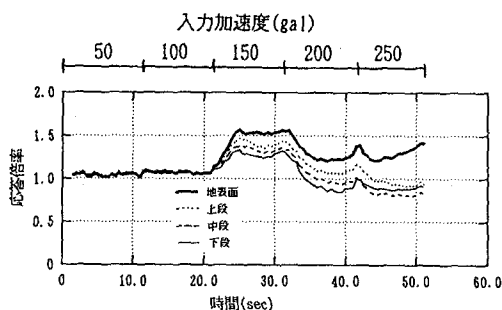


図8 矩形改良体の加速度応答倍率

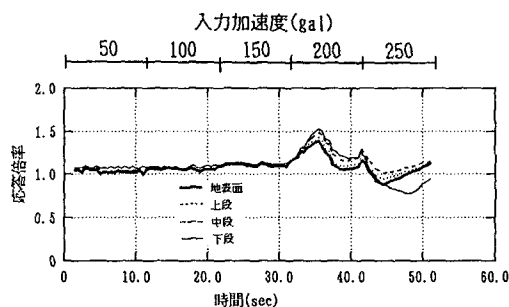


図9 台形改良体の加速度応答倍率