

III-439 近接盛土に伴う軟弱地盤中の杭基礎の変形挙動について

東京工業大学 学生員 ○酒井貴之 渡部要一

東京工業大学 正会員 竹村次朗 末政直晃 廣岡明彦

1. はじめに

本研究では、軟弱地盤上に建設された杭基礎を有する橋台近傍に盛土を施工する場合の地盤の安定性、ならびに側方流動が杭基礎構造物に与える影響等を調べることを目的として、縮尺模型内に実物と同じ応力-ひずみ関係を再現することができる遠心模型実験装置を用いて、杭間隔、杭先の拘束条件、盛土形状を種々変えた盛土載荷実験を行った。

2. 実験

実験システムを図-1に示す。排水層には豊浦標準砂を、模型粘土地盤には表-1に示す諸特性を有する塑性指数約30の川崎粘土を用い、透水圧密により表面強度が3.2kPa、深さ方向の強度増加率が3.0kPa/cmである正規圧密粘土地盤を作成した。その後、システムを遠心模型実験装置に取り付け、100gの遠心加速度場で過剰間隙水圧が消散するまで圧密した後、サンドホッパーを用いて、水中有効重量2.24t/m³のジルコン砂を段階的に降らせることにより盛土の築造をシミュレートした。盛土築造中には、ケーソンの水平変位、杭に生じるひずみ等を計測し、また、実験中に撮影した写真から地盤の変形状況を調べた。杭に貼り付けてあるひずみゲージの位置は図-2に示すとおりである。

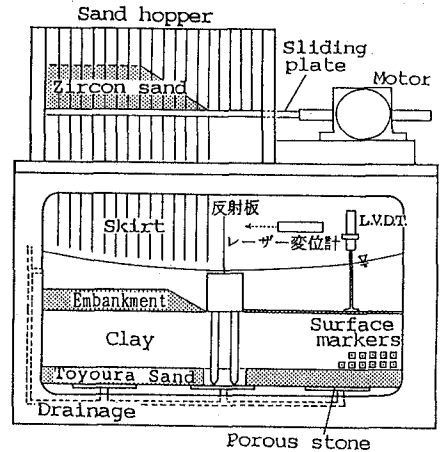


図-1 実験システム図

各ケース毎の実験条件を表-2に示す。ここで、のり面勾配90°のケースは、ケーソンの背面と裏込め盛土の間に仕切板を設置して、ケーソンに直接裏込め土の主働土圧が作用しないようにしたものである。また、杭先を砂層に根入れするケースでは、杭先の境界条件を評価することが難しいため、EM3およびLP44では、砂層の代わりに容器底部に取り付けた杭先固定用ブロックに杭を剛結させることにより、杭先の拘束条件が明確な実験を行った。模型杭基礎構造物の詳細および裏込め盛土実験については別報¹⁾に詳しい。

液性限界 W_L (%)	52.4
塑性限界 W_P (%)	23.1
塑性指数 I_P	29.3
比重 G_s	2.69
圧縮指数 C_c	0.32
膨潤指数 C_s	0.046
e at 1.0kgf/cm ²	1.040
強度増加率 c_u/p	0.400

表-1 粘土試料の諸特性

	杭の本数(L/D)	杭先条件	のり面勾配
EM1	4 (7.5)	砂層	30°
EM2	8 (3.5)	砂層	30°
EM3	4 (7.5)	剛結	90°
LP42	4 (7.5)	砂層	90°
LP82	8 (3.5)	砂層	90°
LP44	4 (7.5)	剛結	90°

(L/D): 杭間隔/杭径

表-2 実験条件一覧

3. 実験結果および考察

レーザー変位計を用いて計測したケーソンの水平変位を、盛土高さに対してプロットしたものを図-3に示す。EM1とEM2を比較すると、杭間隔が密であるEM2の方がケーソンの水平変位量が小さくなっており、これは杭間隔が密になると地盤の安定性が増すためであると考えられる。しかし、LP42とLP82を比較すると、杭間隔が密であるLP82の方がケーソンの水平変位量が大きいという逆の結果が得られていることから、大きな側方流動が発生した場合には、杭間隔が密である、すなわち杭の本数が多いものの方が杭が受ける側方流動荷重の総和が大きくなり、構造物に大きな変位が生じる可能性もあると考えられる。また、

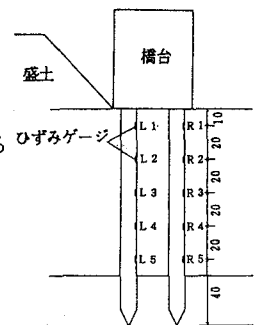


図-2 ひずみゲージの位置

EM1とEM3、ならびにLP42とLP44を比べると、杭先の拘束が強い実験ケース（EM3、LP44）の方がケーソンの水平変位量が小さいことがわかる。杭に関して同一条件のEMシリーズとLPシリーズを比較することにより、のり面勾配が小さいケース（EMシリーズ）の方がケーソンの水平変位量が小さくなることを確認できる。

杭先を固定したEM3およびLP44において、所定量の盛土が完了した時の地盤の変形状況を、等最大せん断ひずみ線図で示したものを、図-4（a）、図-4（b）にそれぞれ示す。EM3では、地盤がほとんど変形していないが、LP44では、ケーソン左下の浅く狭い領域にひずみの集中がみられる。軟弱地盤上に盛土を行う場合に、のり面勾配を緩やかにすると地盤の安定性が増すことが知られているが、本研究においてもこのことが確認できる。

本実験では、図-2に示したように杭の片側にのみひずみゲージが貼付されているため、計測したひずみの値には軸力の成分が含まれている。そこで、軸力の成分を相殺させるために、ひずみの最大値と最小値の差を取り、それが杭にかかる負担のうち、側方流動による成分を表しているものとして考察を行う。図-5は、杭が4本の実験ケースについて、杭の最大ひずみと最小ひずみの差を、盛土高さに対してプロットしたものである。盛土形状が同じEM1とEM3、ならびにLP42とLP44を比較すると、杭先を固定したケース（EM3、LP44）では、杭にかかる負担が大きくなっていることがわかる。

このことから、図3に示したように、杭先の拘束を強くする、例えば支持層への根入れを大きくすることによって、構造物の安定性を増すことができるが、杭にかかる負担が増大するため、杭の耐力に十分注意しなければならないと言える。一方、杭の拘束条件が同じEM1とLP42、ならびにEM3とLP44を比較すると、盛土ののり面勾配が緩やかになると杭にかかる負担が小さくなることがわかる。しかし、のり面勾配が90°のケースの2/3程度の負担が杭にかかっている。この理由は、のり面勾配が急なケースでは地盤の変形領域が地盤の浅い領域に集中し、この付近で杭に大きな力が作用しているが、のり面勾配が緩やかなケースでは、変形領域の集中がみられないものの広範囲にわたって地盤に変形が生じ、より深い領域まで側方流動荷重が杭に作用しているためであると考えられる。

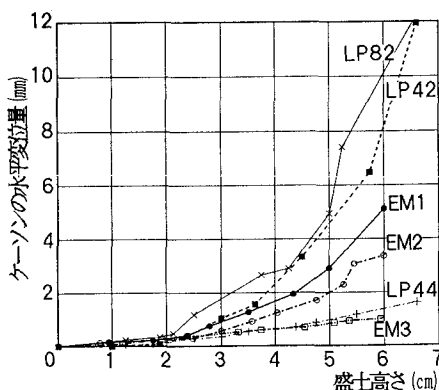


図-3 ケーソンの水平変位量

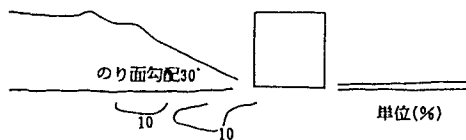


図-4 (a) 盛土完了時の等最大せん断ひずみ図 (EM3)

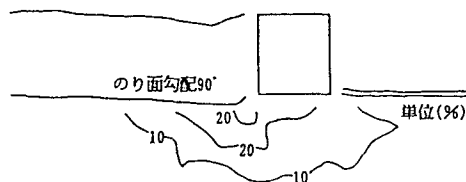


図-4 (b) 盛土完了時の等最大せん断ひずみ図 (LP44)

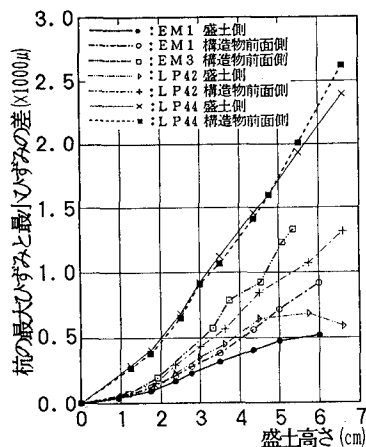


図-5 杭の最大ひずみと最小ひずみの差

参考文献 1) 渡部ほか、側方流動を受ける杭基礎の変形挙動に関する研究、第27回土質工学研究発表会講演集