

基礎模型の沈下中における液状化地盤の流動に関する研究

金沢大学大学院自然科学研究科
石川工業高等専門学校
金沢大学工学部

○南 詠志郎
北田 幸彦
フェロー 北浦 勝

1. はじめに

本研究では、地盤が液状化したときに、小規模な住宅などの構造物上も適用できる直接基礎補強として、地中壁を提案する。筆者らは直接基礎の沈下低減を目的としたこれまでの実験的研究において、沈下低減対策として直接基礎模型の周囲に短い地中壁を設置することにより沈下量が低減されること、また、グラベル(砂利)を併用して液状化時の過剰間隙水圧の上昇を抑えることにより、顕著な沈下低減効果が得られることを確認してきた。さらに、数値解析等を行うことによって沈下低減の定性的なメカニズムの推定を行っているが、これをより詳細に考察するためには沈下前後の地盤の挙動を明らかにする必要がある。本研究では、プラスチックドレーンを用い、基礎模型での室内液状化実験を行い、模型降下時における液状化地盤の2次元の流動観測を行った。

2. 実験装置および実験方法

実験装置の各部寸法を図1に示す。直接基礎を想定した模型材料には厚さ 14mm のラワン木材($E=120\text{tf/cm}^2=11.8\times 10^6\text{kN/m}^2$)を用いた。基礎底板の寸法を 200mm×600mm とし砂箱短辺方向一杯に設置することにより、沈下時の地盤流動を長辺方向のみに発生させて2次元の流動となるようにした。設置した基礎模型の種類は、無対策、地中壁のみ、ドレーンのみ、壁およびドレーンの4種類であり、ドレーンとして今回はグラベルの代わりにプラスチックを用いた。模型に載荷する荷重には山形鋼及び砂鉄を用い、荷重を変えて計7ケースの実験を行った。

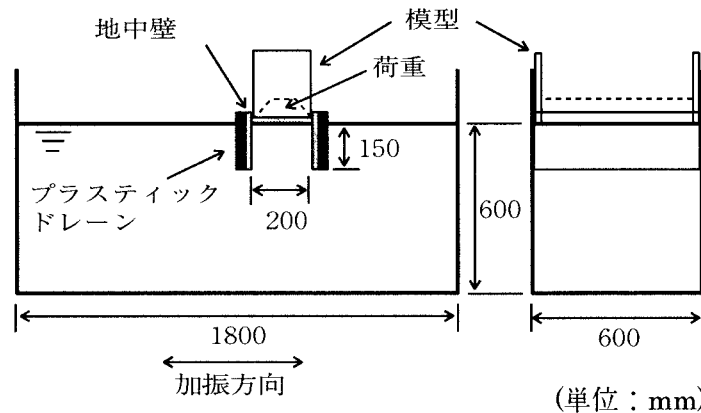


図1 実験装置概要図

飽和砂地盤の砂は珪砂5号(平均粒径0.4mm)であり、深さは60cmで、水位は地表面に一致させた。砂箱側面は透明アクリル板となっており、側面に沿って5cm格子間隔で色砂を設置した。振動台により加速度280gal, 5Hzの正弦波を与え、約15秒間に21枚の連続写真撮影を行って、地盤側面の色砂マーカの移動および拡散を観測した。

3. 実験の結果と考察

全ケースにおけるマーカの移動を通して見た地盤の流動に現れる共通した傾向は、模型の降下に伴う模型下方での下向きの移動及び側方流動、周辺下部での、模型から離れる方向の側方流動、上部模型近辺での、模型に向かう方向の側方流動であり、これらの動きが連続するために渦形の流線が構成される。これらの渦の形状は主に2つに分類できる(表1)。ドレーンを設置したケースでは、渦の中心が模型から離れるが、これはドレーンを使用することで間隙水圧の上昇が抑制され、周辺地盤のせん断耐力が維持されることから、模型側面地盤は模型に伴って下方に降下するためである。

表1 流動の特徴

ケース	特徴	沈下
無対策、壁	渦の中心が模型側部に近接	大
ドレーン、壁+ドレーン	渦の中心が模型から離れる	なしまたは小

マーカの拡散具合により地盤の液状化の程度を定性的に判断できる。模型より、遠方での拡散には特に

傾向が見られず、ほぼ一様に液状化していると考えられる。模型下方では拘束圧の大きいケースにおいて拡散が見られ、より小さいケースで拡散が少ない。このことは、模型下部の液状化の程度により沈下量が左右されているわけではないことを示している。

模型から十分離れた位置での平均的な地盤沈下量が実験ごとに異なるので、模型の地盤に対する相対的な沈下量に注目し、図 2 のように降下量を分割した。それらをまとめた表 2 に示す。

a 欄の値は W のケースを除いて模型降下量 ($a+b$) の値が小さくなるほど割合が大きくなる傾向があるが、ドレーンを設置した場合はドレーン側部の地盤はせん断耐力を維持することにより流動しにくく模型に伴って降下する。従って、地表面形状は模型側に落ち込むような曲線を描くと考えられる。荷重が大きく模型の降下量が大きい場合には、地表面周辺地盤が模型側部の陥没部に流入してくるため、地表面は平滑な状態に向かうので、曲線の落ち込みは減っている。一方ドレーンを設置しない場合は、模型は側部地盤内に容易にずれ落ちるため、地表面形状の落ち込みは緩和される。 b 欄の値は地盤内への模型の侵入量であるから、ドレーンより地盤内へのずれ落ちを防止することで値が小さくなっている。

ドレーンを使用して渦の中心が模型から離れると、模型周囲地表面地盤の模型方向への流動は模型側面まで到達しにくくなる。

模型の降下量は模型下部の液状化の程度によるわけではないので、流線の制御をすることが沈下量低減に大きく関与するものと思われる。

4. まとめ

模型の地盤内への沈下は、主に模型周囲の地表面地盤の模型方向への流動と模型側面への流入によって現れてくる。一方模型下部は模型から離れる方向へ側方流動し、全体としては渦状の流れが形成される。ドレーン近辺の地盤が模型とともに下方に降下するために渦の中心が模型から離れる傾向があった。その結果、模型周囲地表面地盤の模型方向への流動が模型側面まで到達しにくくなり、地盤内への沈下量は減少した。また、ドレーンを用いない場合には、模型は容易に側部地盤内にずれ落ちるため地盤内への沈下量は大きくなる。

この実験により、模型の降下量は模型下部の液状化の程度によるよりも、地盤の流動の影響を大きく受ける。従って流動が生じにくい環境の確保や流動を制御するような対策工を考案することにより、沈下がより低減できるものと考えられる。

参考文献

- 1) 北田幸彦, 吉川賢一, 梶川隆則: 液状化した地盤上における独立基礎の沈下対策(1), 石川工業高等専門学校紀要, 第 30 号, pp.89~95 (1998).
- 2) 北田幸彦: 液状化した地盤上における独立基礎の沈下対策(2), 石川工業高等専門学校紀要, 第 31 号, pp.75~82 (1999).
- 3) 北田幸彦, 北浦勝, 梶川隆則: 液状化地盤における独立基礎模型の沈下低減対策, 構造工学論文集, Vol.45A, Ⅲ, pp.1599-1506 (1999).
- 4) 井合進, 梶谷卓美: 液状化対策としてのプラスチックドレーンの振動実験と解析, 港湾技術資料, N0.647, pp.1-53~(1989).

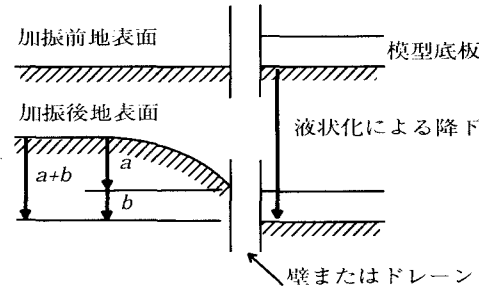


図 2 沈下寸法

表 2 各位置の降下量

ケース	荷重 (kgf)	a (cm)	b (cm)	a+b (cm)
無対策	30	2.7	12.0	14.7
壁	30	1.6	10.8	12.3
壁+ ドレーン	60	2.9	5.2	8.1
	50	3.1	3.0	6.1
	40	3.5	2.3	5.8
	30	3.1	0.0	3.1
ドレーン	30	3.6	1.5	5.4