

液状化地盤上における独立基礎模型の沈下低減対策及びそのメカニズムに関する研究

金沢大学大学院自然科学研究科

北田 幸彦

金沢大学工学部

○和田 智幸

金沢大学大学院自然科学研究科

梶川 隆則

金沢大学工学部

正会員 北浦 勝

金沢大学工学部

正会員 宮島 昌克

1 はじめに

地震により地盤が液状化すると構造物に多大な被害を及ぼす。これに対し構造物や基礎の各種対策工の研究が行われている。そのうちの一つに地中壁による液状化対策工の研究が行われ、沈下低減効果が得られることが証明されている¹⁾。そこで本研究では、模型重量の変化が地中壁による沈下低減効果に対してどのように影響を及ぼすかを探るために、振動台による室内模型実験よりそのメカニズムを検証した。

2 実験概要

実験概要図を図1に示す。実験には珪砂5号($D_{50}=0.4\text{mm}$ 、 $U_c=1.7$)を用いた。作成した飽和砂地盤の単位体積重量は 1.86g/cm^3 である。実験に用いた基礎模型は木製であり、地中壁の長さは 20cm である。実験ケースを表1に示す。今回設定した表1の重量は、模型総重量が無対策模型において 21kgf のときを基準(1.0)とし、各値は基準値の 0.25 、 0.50 、 0.75 、 1.5 、 2.0 となるよう設定してある。測定項目は、入力加速度、地盤の過剰間隙水圧、模型の最終沈下量、模型の沈下時刻歴である。対策模型、無対策模型の全ケースにおいて 5Hz 、 250gal 、の正弦波で 15 秒間加振した。

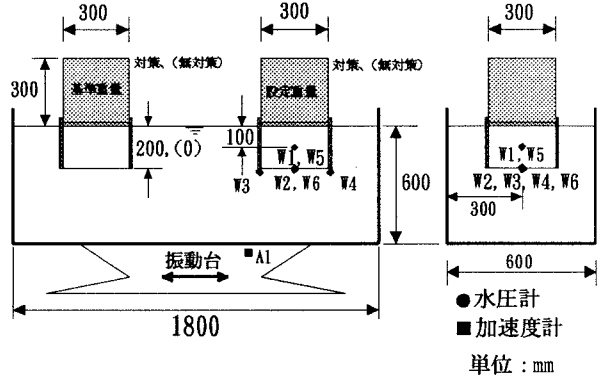


図1 実験概要図

表1 実験ケース

層厚	模型種類	各模型総重量(kgf)に対する実験回数					
		5.25	10.5	15.75	21	31.5	42
60cm	無対策模型	2	4	2	4	4	4
	対策模型	2	4	2	4	4	4

3 実験結果と考察

図2は、各模型総重量における模型の沈下量を対策模型、無対策模型の両者についてプロットしたものである。まず、両者とも模型総重量が増加するにつれて、沈下量が大きくなっていることが分かる。また、両者の近似曲線の傾きを比較してみると、対策模型の方が緩やかであることから、重量の変化に対しても地中壁を用いた沈下対策工が有効であるといえる。無対策模型、対策模型の両者において、重量の増加に比べ、沈下量がそれほど大きくならないのは、重量が大きくなるほど、底板直下、または壁先端の液状化しにくい部分の影響が出ているのではないかと考えられる。また、対策模型において重量が 5.25kgf のとき沈下量が 0cm となったのは、模型重量と浮力が釣り合ったためだと考えられる。

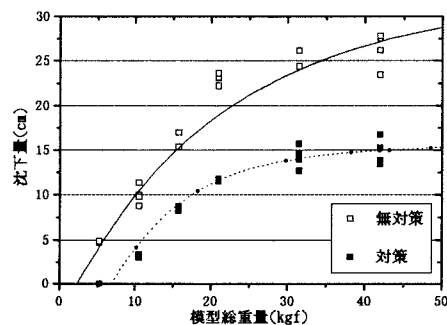


図2 各模型総重量における模型沈下量

図3、4は無対策模型、対策模型の沈下時刻歴の一例を示している。無対策、対策模型の両者で重量が増加

するにつれ初期沈下速度が増加しているが、対策模型においてはその一定初期沈下速度の継続時間が短い。壁先端部分の液状化しにくい部分が液状化終了層に到達するため沈下が収束に向かうためだと考えられる。また、重量 5.25kgf においては時刻歴に変化は見られない。これは、模型重量と浮力が釣り合っているからだといえる。

図 5 は、総重量 21kgf、42kgf の対策模型、無対策模型における最大過剰間隙水圧比を示したものである。両者とも重量が大きいほど最大過剰間隙水圧比は小さい。それは、重量の増加により初期有効上載圧が増加したためである。また、対策模型の壁内部では、完全液状化しているといえる。対策模型においては、地中壁先端部の最大過剰間隙水圧比は小さく抑制されており、重量の大きい方が壁先端部周辺の地盤の剛性が大きいといえる。一方、無対策模型においては、基礎底板の押さえ効果により、底板直下の最大過剰間隙水圧比が小さく、重量の大きい方が最大過剰間隙水圧比がより小さく抑制されている。

また、基礎模型の沈下は模型底板直下あるいは地中壁先端部周辺の液状化しにくい部分がさらに下部の液状化の終了した層に到達し収束するといえる。したがって、以下の式が仮定できる。

$$D(t) = s(t) + l + y(t) + d(t)$$

ここで、 $D(t)$ (=60cm)は全層厚、 $s(t)$ は沈下量、 l (=20cm)は地中壁の長さ、 $y(t)$ は液状化しにくい層厚、 $d(t)$ は液状化終了層厚である。この関係式と図 6 を用いて $y(t)$ を導き出す。ここで、 t は各々の時刻歴において、一定初期沈下速度が収束を始める点を読み取った。21kgf では $y(t)=11.3\text{cm}$ 、42kgf では $y(t)=16.1\text{cm}$ となる。よって、重量の大きい方が液状化しにくい層が大きくなるため、重量の増加率に比べて沈下量の増加率が小さく抑制される。

4 結論

本研究では模型重量の変化が、地中壁による沈下低減効果にどのような影響を及ぼすかについて検証した。その結果、地中壁を用いた沈下対策工の方が、重量の増加に伴い壁先端部の地盤剛性が増加するため、液状化しにくい部分が大きくなり、液状化終了層との距離が短くなることがわかった。したがって、重量が増加するほど沈下量は増加するが、沈下低減効果の急激な減少は見られないといえる。

5 参考文献

1) 北田幸彦・吉川賢一・梶川隆則・北浦 勝・宮島昌克：地盤液状化による独立基礎模型の沈下挙動：第 10 回日本地震工学シンポジウム論文集，Vol.2，pp.2051～2056，1998。

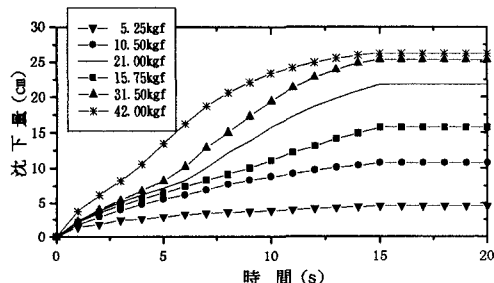


図 3 無対策模型の沈下時刻歴

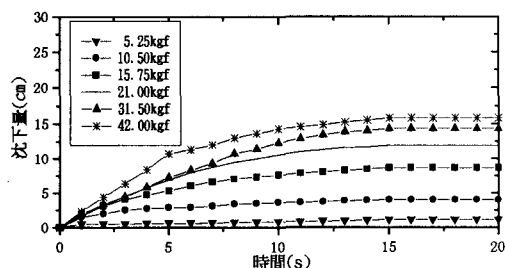


図 4 対策模型の沈下時刻歴

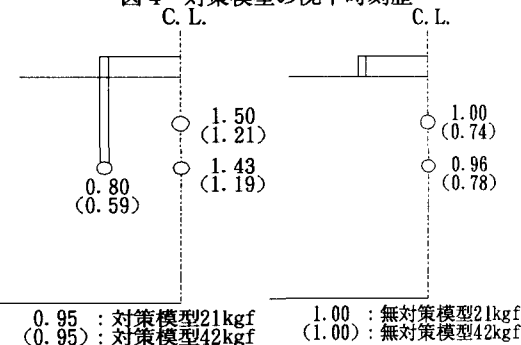


図 5 壁直下及び基礎底板下の最大過剰間隙水圧比

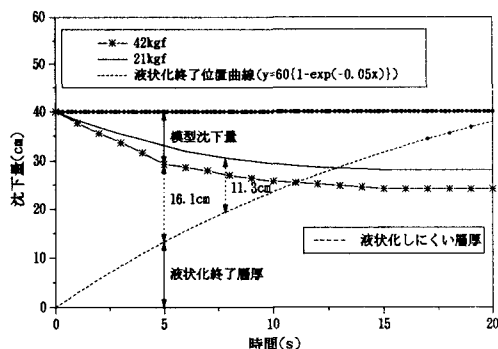


図 6 液状化終了層と模型最下部位置の時刻歴の関係