

液状化地盤の側方流動対策の効果について

熊本大学工学部 正員 秋吉 卓 八代工業高等専門学校 正員 洲田 邦彦
 “ 正員 松本 英敏 熊本大学工学部 学生員 〇玉置 敏洋

1. はじめに 軟弱な表層上の都市部、海岸部、河口周辺の地震時の液状化の発生を軽減するため、ようやくその対策工法が実用化されようとしている。しかしながら、軟弱な地盤が傾斜している場合は流動化にともなう地盤の大変形の危険性があるため、これへの有効な対策が早急に求められている。そこで、本研究では液状化の2次災害としての側方流動による永久変位の防止対策として、様々な対策工法の中から、今回はシートパイル工法、グラベルドレーン工法を想定した模型実験及び解析により対策工法の効果を検討することにした。

2. 実験方法 本研究に用いた振動実験装置は、図1に示すようにレールの上に固定した起振機と砂層をころの上に載せて水平加振するようにした。模型地盤の作成には表1に示す物理定数の川砂を用いた。これを、十分に締め固められた液状化しない基盤層をつくり、その上に木製の板を敷いて基盤として、水中落下によって飽和砂地盤(相対密度18.8%)を作り、液状化の模型地盤とした。¹⁾ この基盤と模型地盤の地表面は、今回の実験では一律5%の傾斜をもたせた。

表1 実験砂の物理定数

比重	2.74
最大粒径	2.0mm
e _{max}	1.025
e _{min}	0.671
不均係数	2.31
平均粒径	0.34mm
透水係数	2.12×10 ⁻² cm/s

次に、対策工法のシートパイルの模型として、通常用いられているものを想定して、式(1)に示すような相似率により、幅37cm、厚さ0.2cmのアクリル板を用い、模型地盤の深さとほぼ同じ高さのものを木製の板の上に固定した。グラベルドレーンの模型としてあらかじめ内径3.8cmの筒を用意し砕石をいれたナイロンメッシュを詰めて基盤の上に置き模型地盤作成後筒を抜き自立させた。

実験パターンは、シートパイルの場合、層厚15、20、25cmのそれぞれにシートパイル1～3列の合計9パターン、グラベルドレーン工法については層厚を一定とし、1列設置でドレーン間隔を変化させて3パターン行いその効果を見た。実験は無対策地盤と、それぞれの工法を施した地盤に対して、振動数12Hz、入力加速度約150galの正弦波により加振した。また、地表面には12個のピンを配置し流動の様子を目視出来るようにし、同時に振動実験時にはビデオカメラにより流動の様子を撮影し、その後検討に用いることが出来るようにした。また、側方流動の鉛直分布を観察するため、砂層側面にスポンジ柱を等間隔に4箇所配置し、振動実験終了後、側方移動量を測定した。

3. 解析手法 解析は、実験の結果より地盤がほぼせん断的に変形していることから、液状化地盤を2次元弾性体と仮定して有限要素法を用いて簡易的な解析を行った。^{2) 1)}

なお、本実験における相似率は、次式のような静的弾性体中の杭の曲げについて行った。

$$E_p I_p \frac{d^4 Y_p}{d X_p^4} + K_p Y_p = 0 \quad : \text{原型} \quad (1)$$

$$E_m I_m \frac{d^4 Y_m}{d X_m^4} + K_m Y_m = 0 \quad : \text{モデル地盤}$$

ここに、Y:シートパイル水平変位、X:鉛直方向座標

K:水平方向地盤バネ定数

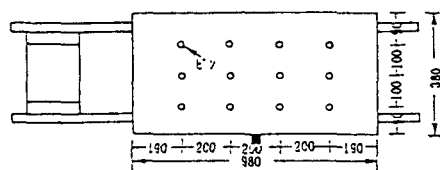
及び、地盤バネ定数の縮尺: $R_k = K_m / K_p = 1$

長さの縮尺: $R_l = L_m / L_p = 1/100$

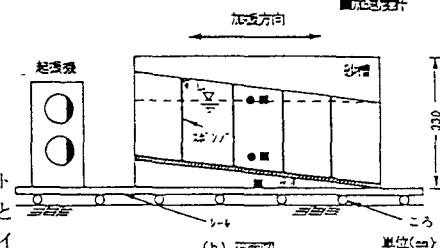
原型パイルのヤング率: $E_p = 2.1 \times 10^4 \text{ kgf/cm}^2$

モデルパイルのヤング率: $E_m = 2.8 \times 10^4 \text{ kgf/cm}^2$

断面2次モーメント: $I_p = 3.2 \times 10^4 \text{ cm}^4/\text{cm}$



(a) 平面図



(b) 正面図

図1 実験装置の概要

4. 結果及び考察 ①シートパイル工法 図2はシートパイルを施した場合の砂の流動の鉛直分布を示した実験結果と解析結果の一例である。実験結果から地盤の流動がシートパイルにより局所化され、ある程度抑制されている。解析もよく追従している。図3には、層厚とシートパイルの施工箇所数による砂層側面で計測した地表面流動量を示した。実験結果によるとシートパイルの施工箇所が増えると流動

が抑えられ無対策に比べると1列設置では1/2、2列設置では1/3、3列設置では1/8に抑えられている。図4では、実験結果と解析結果との比較では、両者はほぼ一致していると言え、シートパイルの施工箇所数が増えると流動が抑えられることがわかる。また、このような簡単なモデル化でも有限要素解析で地盤の流動量の予測がある程度は出来ている事が示されている。

②グラベルドレーン工法 図5はグラベルドレーン工法を施した場合の側方流動の鉛直分布を示した一例であるが、①の場合と同じようにほぼ断片的に変形している。図6にはグラベルドレーンの中心間隔と流動量の関係を示したものである。間隔が狭くなると流動量が抑えられていることがわかる。これは、ドレーンの中心間隔を決める（ドレーンの本数を増やす）ことにより過剰間隙水圧の消散を早めることができたためと思われる。ドレーンの間隔が流動量に対して大きな影響力を持っているといえるが、ドレーンの斜面方向の間隔と流動の関係については講演時に譲る。

5. 終わりに 両工法に関して、これまで地盤条件は層厚を変えただけだったが、今後様々なパラメータを変化させて効果を検討したい。そして、これらの工法の他に色々な工法の効果を実験及び解析により検討したい。

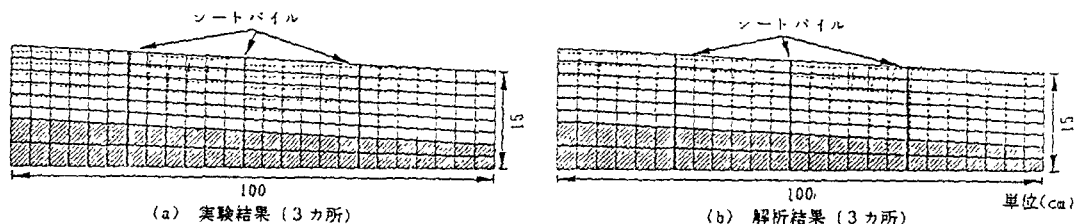


図2 シートパイルにより改良した地盤の側方流動の結果の一例

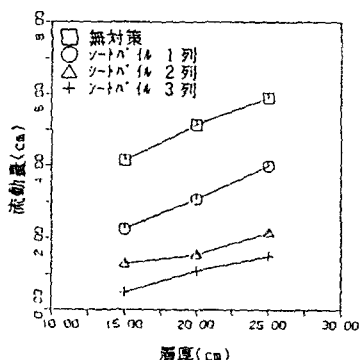


図3 層厚と地表面水平流動量の関係

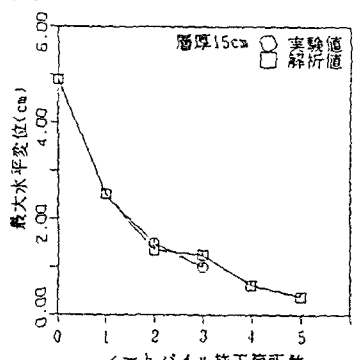


図4 シートパイル施工箇所数
シートパイル施工箇所数と
地表面の最大水平変位との関係

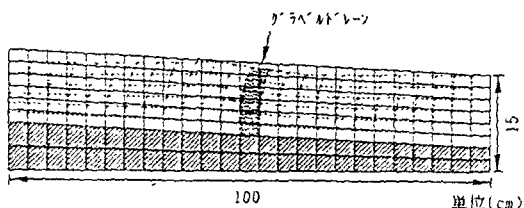


図5 グラベルドレーンにより改良した地盤の
側方流動実験結果の一例（中心間隔 6.3cm）

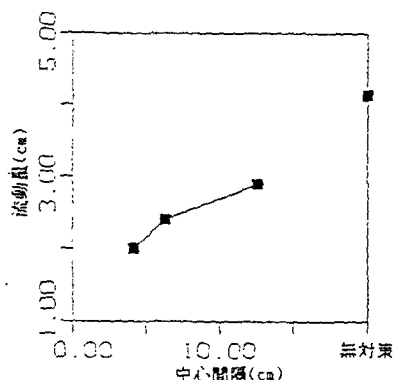


図6 ドレーン中心間隔と流動量の関係

6. 参考文献 1)秋吉 卓・他2名：第21回地震工学研究発表会, pp 301~304, 1991. 2)安田 進・他3名：第21回地震工学研究発表会, pp 281~284, 1991. 3)尻無濱 昭三：平成2年度熊本大学大学院修士論文