

地盤の側方流動量の三次元特性に関する検討

九州共立大学 学 ○大和章一 正 前田良刀  
 基礎地盤コンサルタンツ(株) 正 田上 裕 山口大学 学 山内隆弘

1. はじめに

飽和砂の地震時液状化や軟弱粘性土への急速载荷により地盤が側方流動を起こし、その結果、杭やケーソンなどの基礎構造物に側方流動圧が作用し構造物が損傷する被害が生じている。これまでの研究の結果、基礎構造物に作用する流動圧はそこに生じる地盤の側方流動量と基礎の剛性の相対的關係から推定されることが分かってきている。<sup>1)</sup>

ここで、図-1 に示すように地盤の側方流動量  $\delta_G$ 、基礎の変位量  $\delta_F$ 、流動化層の地盤反力係数を  $k$ 、とすると、流動圧  $p$  は次式で求められる。

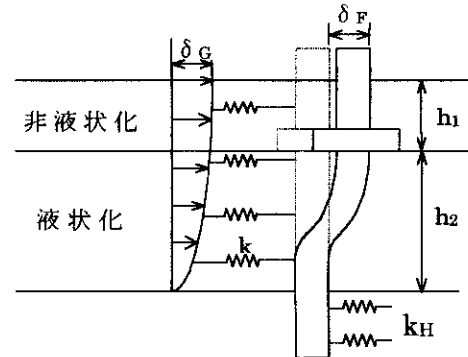
$$p = k \times (\delta_G - \delta_F) \dots\dots\dots(1)$$

しかしながら、最も基本となる地盤の流動量  $\delta_G$  は二次元状態での計算から求められるものが前提となっており流動量の三次元性は考慮されていない。そこで本文では、解析モデルの三次元性が地盤の流動量にどのように影響するかを検討した。

2. 解析の概要

解析モデルは、図-2 に示すように護岸に見立てた厚さ  $t=1m$ 、地上高  $h=6.5m$ 、根入れ長  $D_f=8.5m$  の剛な擁壁内に非液状化層(幅  $L_{G1}=100m$ 、厚さ  $h_1=2m$ )液状化層( $L_{G1}=100m$ 、 $h_2=13.5m$ )、基盤岩( $L_{G1}=100m$ 、 $h_3=14.5m$ )の3層地盤から成る。二次元状態での流動方向  $L$  方向の長さは、これまでの研究<sup>2)</sup>から  $L_w=97m$  と固定し、奥行き方向の擁壁幅  $B$  を表-1 に示すように変化させ三次元性の効果を検討した。また、両方向端部の擁壁の接触部は、変位の拘束を避けるために地盤と同じ物性値を持つジョイント要素(幅  $1m$ )を考慮した。なお、地盤物性値は、福岡市内での事例<sup>3)</sup>を参考にして、表-2 に示すものとした。

解析ケースは、表-1 に示すものであり、先ず表-2 の地盤物性値を用いて液状化前の地盤変位を計算し、液状化後は液状化層の変形係数  $E$  のみが、 $1/100$  に低減するとして液状化前後の地盤変位を計算し<sup>2)</sup>、液状化前後の地盤変位量の差を地盤流動量とする。また、考



$\delta_G$  : 地盤の流動量 (G=Ground) (m)  
 $\delta_F$  : 基礎の変位 (F=Foundation) (m)  
 $k$  : 流動化する層の地盤反力係数 (kN/m<sup>3</sup>)  
 図-1 液状化に伴う流動圧の概念

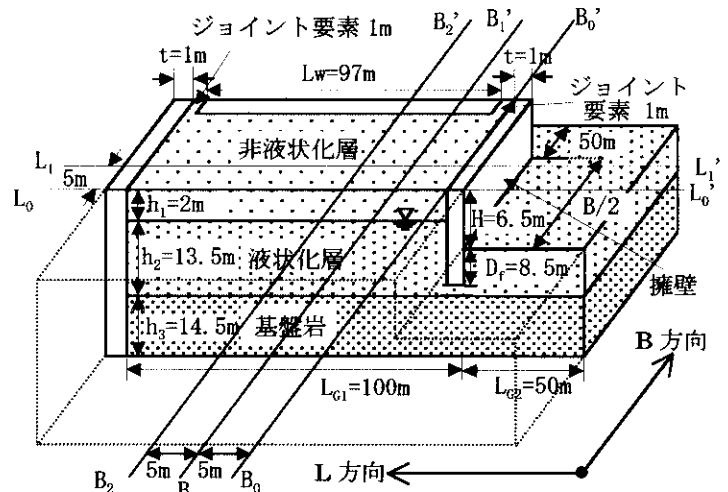


図-2 解析モデル

表-1 解析ケース

	B/L=0.1	B/L=0.2	B/L=0.4	B/L=0.8	B/L=1.0
液状化前	○	○	○	○	○
液状化後	○	○	○	○	○

表-2 物性値一覧

	非液状化層	液状化層	基盤岩	擁壁
単位重量 $\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	18	24	13	24.5
粘着力 $c$ (kN/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0
内部摩擦角 $\phi$ (°)	27	24	0	0
変形係数 $E$ (kN/m <sup>2</sup> )	28000	14000	140000	21000000
ポアソン比 $\nu$	0.33	0.33	0.33	0.17

慮する荷重は地盤自重のみとした自重解析である。解析ソフトは Mr.SOIL3D を使用し、液状化前後でそれ

キーワード：液状化 側方流動 三次元解析

〒807-8585 福岡県北九州市八幡西区自由が丘 1-8

093-693-3229

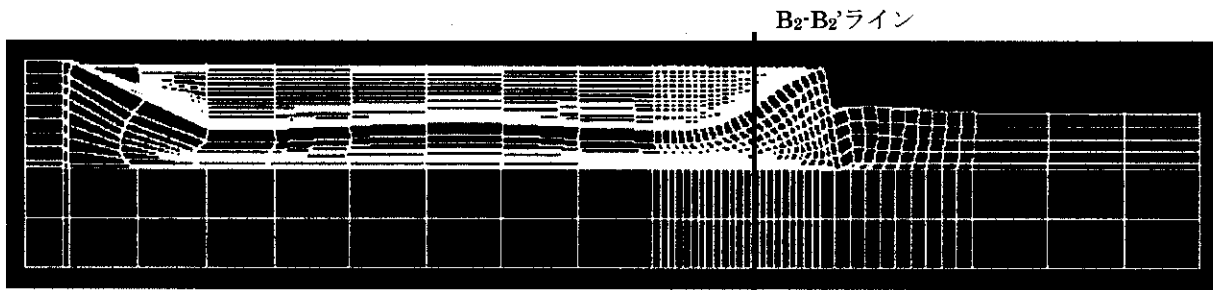


図-3 FEMメッシュと変形図（解析中心線  $L_0-L_0'$ ） $B/L=0.4$  の例

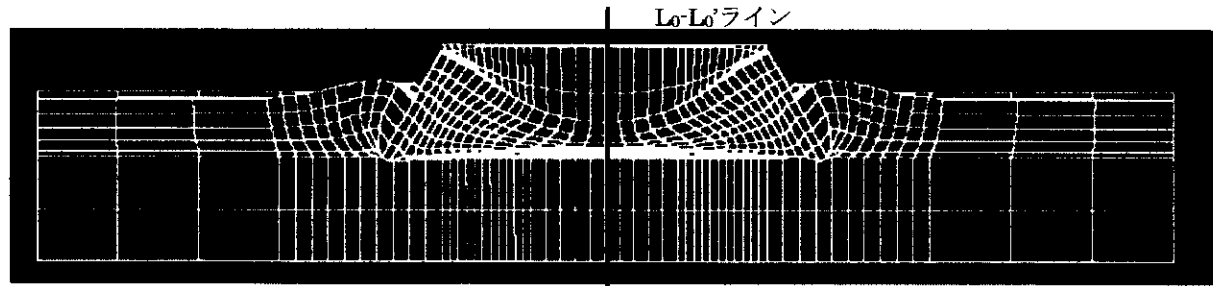


図-4 FEMメッシュと変形図（解析  $B_2-B_2'$ ） $B/L=0.4$  の例

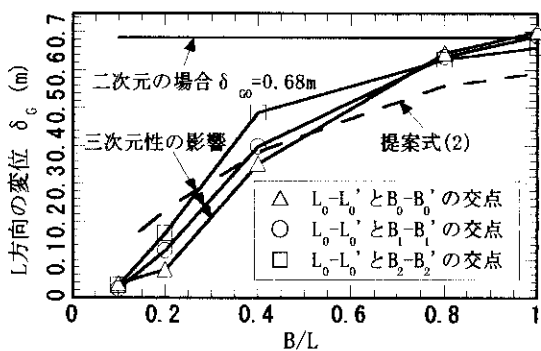


図-5 L方向 ( $L_0-L_0'$ ) での液状化後の側方流動量  $\delta_G(\max)$

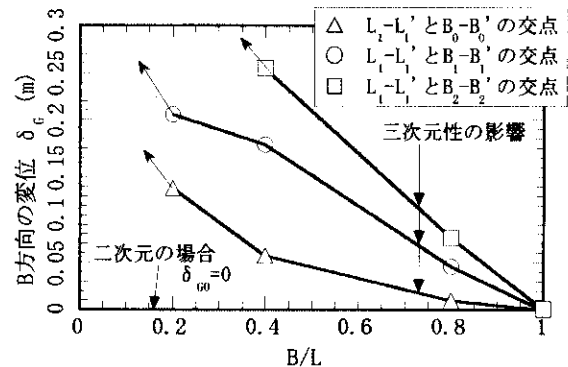


図-6 B方向での側方流動量  $\delta_G(\max)$

それぞれ弾性解析を行う。また、ポアソン比は液状化前後で変化しないと仮定する。

### 3. 実験結果と考察

#### (1) L方向, B方向に対する流動特性

図-3は、一般に二次元状態を想定して計算されるL方向に対する計算結果の一例である。液状化に伴い地盤流動が生じ地表面付近の地盤は沈下し、また、右側擁壁付近では大きな側方流動が生じている。なお、この定量的評価式については後述する。

一方、図-4はL軸と直角なB方向に対する結果の一例である。この結果は、 $B/L=0.4$ の例であるが端部擁壁付近では左右に地盤が流動している。図-3、図-4から地盤の流動はL方向、B方向の両方に生じており地盤流動の三次元性の効果が分かる。

#### (2) 流動量の三次元性評価の提案

図-5は、B方向、L方向の擁壁幅比  $B/L$  をパラメータとして、L方向の地盤変位を示したものである。擁壁から奥行き方向の3点において、地中部最大の変

位をプロットしている。これから、 $B/L$ の低下とともに変位量は減少し  $B/L=0.4$ 付近で減少傾向が大きくなり、流動量に三次元効果が生じることが分かる。また、図-6は、B方向の変位量に着目したものであるが、これからも同様のことが言える。したがって、地盤の側方流動量  $\delta_G$  に三次元効果を考慮していない現行の計算法では過大な流動量と流動圧を与えることになる。

ここでは、図-5をもとに地盤流動の三次元性効果を考慮した評価式をワイブル曲線により提案する。

$$\delta_{Gi} = \delta_{G0} \{1 - e^{-(2B/L)}\} \dots \dots \dots (2)$$

なお、 $\delta_{Gi}$ は三次元性を考慮した地盤流動量、 $\delta_{G0}$ は二次元での流動量である。これから提案式は比較的良好な対応を示すことが分かる。

#### 参考文献

- 1) 小笠原、谷、松尾、坂本：流動化における橋梁基礎構造物の設計手法に関する研究、土木学会論文集 No.645
- 2) 濱田、安田、磯山、恵本：液状化による地盤の永久変位の測定と考察、土木学会論文集 No.376
- 3) 橋梁基礎の流動化対策検討委員会：橋梁基礎の流動化対策検討報告書 H12、福岡北九州道路公社