

I - B 276 側方流動が構造物基礎に及ぼす外力の特性に関する実験的研究

早稲田大学 学生会員 ○三野栄作、小松宏至、小林一人
フェロー 濱田政則

1. はじめに

側方流動に関する研究は1983年の日本海中部地震を契機に進められてきたが、側方流動が基礎など地中構築物に与える影響についてはほとんど解明が進んでいない。1995年兵庫県南部地震による橋脚の残留変位の逆解析から側方流動によって受動土圧に近い大きな外力が作用したことが報告されている。本実験では、側方流動中の地盤に設置された剛壁に作用する外力を測定し、その特性を検討した。

2. 実験の方法

液状化層および非液状化層の地盤材料はともに遠州灘の浜砂で、その粒度特性と物理特性を表1に示す。模型土槽の中央に土圧計を埋め込んだ地中壁(図1)を設置した。土槽中に相対密度40~50%程度の飽和地盤(液状化層、層厚25cm)を作成後、その上部に乾燥砂を巻き出すことにより非液状化層(層厚5cm, 10cm, 15cm)を作成した。模型地盤を加振し、液状化層を液状化させた後、土槽を傾斜することにより側方流動を生じさせた。液状化の発生は、土槽底部から深さ5cm~20cmに5cm間隔に設置された間隙水圧計により確認した。土槽と実験方法の概要を図2に示す。

3. 実験結果および考察

図3は剛壁の上流面に作用する最大土圧を示す。図中の実線は全上載圧である。液状化層(流動層)の土圧は全上載圧を若干上回る程度であり、流動による外力が比較的小さいことを示している。これに対して、非液状化層からの土圧は全上載圧の3~5倍に達しており、非液状化層からの土圧が構造物基礎の耐震性を考える上で支配的な要因になることを示唆している。図5は、非液状化層からの土圧合力と地表面傾斜角の関係を示す。ここで土圧合力は各深さの土圧の平均値を直線で結び台形分布(図4)として求めた。ただし非液状化層厚5cmの場合については非液状化層において土圧測定位置が一方所のため矩形分布と仮定した。図5によれば、土圧合力と地表面傾斜角との間に相関性は認められない。一方、図6より土圧合力と非液状化層厚の間には線形的な関係が認められる。非液状化層厚から剛壁に作用する外力の発生源として図7に示すように、i) 非液状化層の傾斜による自重の分力、ii) 液状化層の流動によって生じる非液状化層と液状化層の間のせん断力が、一般的に考えられる。図5、図6の結果はii)が支配的要因であることを示している。非液状化層の自重は液状化層による浮力とバランスしているため自重による分力は発生しないと考えられる。

非液状化層による土圧が、液状化層と非液状化層の境界に作用するせん断力に起因しているという前提で、境界面に作用するせん断応力を求めた。これを、図6に土圧合力と併して示す。この場合、せん断応力を算定するための境界の面積は図8に示す地表面の地割れの状況を考慮して図中の点線のように仮定している。ちなみに、剛壁より上流側の模型地盤の長さを2分の1にした場合の土圧合力は、ほぼ2分の1に減少していることを確認している。液状化層と非液状化層の境界に作用するせん断応力は

$$\tau = \gamma_t \cdot H \cdot \tan \phi \cdots (1)$$

と表される。ここで、 γ_t 、 H 、 ϕ はそれぞれ非液状化層の単位体積重量、厚さ、液状化時の見かけ上の内部摩擦角である。式(1)により求められる見かけ上の内部摩擦角 ϕ は2度~4度で、非液状化状態の内部摩擦角に比べて極めて小さい値となった。

4. 結論

- i) 液状化層から壁に作用する土圧はほぼ上載圧に等しく静的な液圧が作用している。
- ii) 非液状化層の土圧は上載圧の3~5倍に達している。この外力の原因は非液状化層と液状化層の境界に作用するせん断力である。
- iii) 非液状化層と液状化層の境界に作用するせん断応力より算定される液状化層の見かけ上の内部摩擦角 ϕ は2~4度となった。

キーワード 側方流動、土圧合力、せん断力

早稲田大学理工学部濱田研究室(169 新宿区大久保3-4-1、TEL/FAX 03-3208/-0349)

表1. 遠州灘浜砂の成分表

レキ分 (%)	0.0	最大粒径	0.090
砂分 (%)	98.12	粒径60%	0.250
シルト・粘土分 (%)	1.88	粒径30%	0.180
最大間隙比	1.251	粒径10%	0.130
最小間隙比	0.706	真比重	2.677

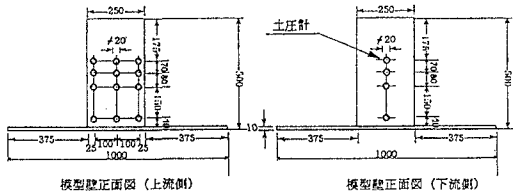


図1. 地中壁の概要

(模型地盤完成 → 加振 → 傾斜 → 土圧の測定)

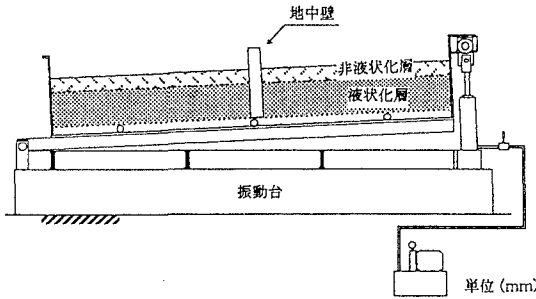


図2. 土槽と実験方法の概要

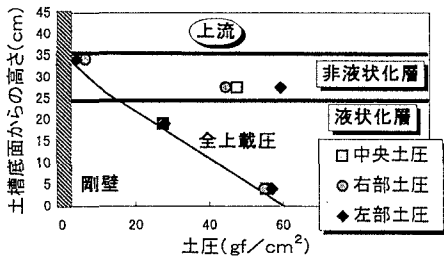
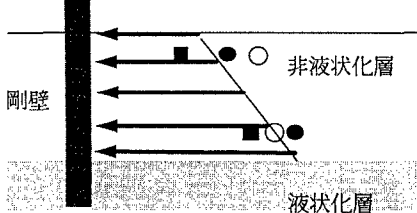


図3. 地中壁に作用する土圧と全上載圧



剛壁に作用する土圧合力 $F = \int \text{土圧分布} \cdot \Delta(\text{層厚})$

図4. 土圧合力の算定法

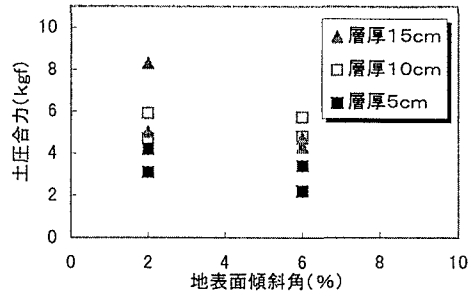


図5. 土圧合力と地面傾斜角の関係

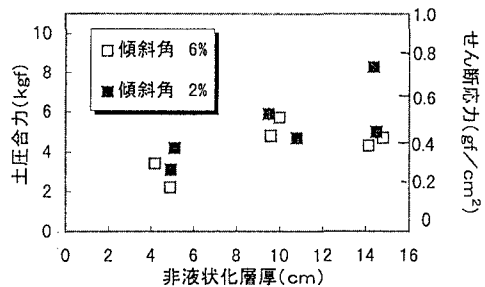
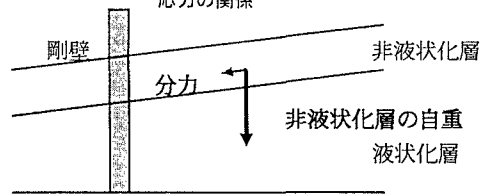
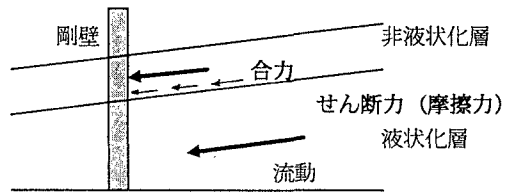


図6. 非液化化層厚と土圧合力およびせん断応力の関係



(a) 非液化化層の傾斜による自重の分力



(b) 液化化層と非液化化層の境界面に作用するせん断力

図7. 非液化化層に作用する外力

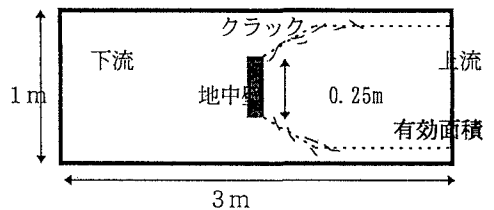


図8. せん断力が作用する領域の広さ