

I - B275 傾斜地盤における側方流動量の予測法に関する実験的研究

早稲田大学 学生会員 ○小松宏至 小林一人 三野栄作
フェロー 濱田政則

1. はじめに

兵庫県南部地震をはじめとする既往地震において液状化による地盤の側方流動は構造物基礎やライフライン埋設管路等に甚大な被害を与えてきた。しかしながら、側方流動のメカニズムやそれが構造物に及ぼす外力特性等については不明な点が多い。一般に、側方流動には傾斜地盤によるものと護岸の移動に伴うものの2つのタイプがあることが明らかにされているが、筆者らは模型地盤を用い傾斜地盤による側方流動について実験的な研究を行った。

2. 実験方法

実験において用いた土質試料は遠州灘の浜砂である。その粒径特性などを表1に示す。傾斜可能な模型土槽(300×100×50cm)に飽和地盤(層厚H=15, 20, 30cm)を作成し、これを所定の角度まで傾斜させた後、約600galで正弦波加振(入力波の波数N=3, 5, 7波、入力波の周波数f=5, 7Hz)して地盤を液状化させ、側方流動を発生させる。地表面にターゲットを置き水平・鉛直それぞれの変位量を測定した。土槽底板より5～15cmの位置に設置された間隙水圧計により液状化の確認を行った。実験ケースの一覧を表2に示す。

3. 実験結果および考察

地盤の流動方向の土槽長さが有限長であるため、水平変位量がある一定値に達すると地表面が平坦化し、変位量は一定となる。実地盤においては多くの場合流動後に地表面勾配が残留しているため、地盤の平坦化によって流動が止まることは少ないと思われる。図1に傾斜地盤のモデルを示す。平坦化状態の土の体積移動を考慮すると(図1参照)、

$$D \leq \theta L^2 / H \cdots (1)$$

D: 水平変位量 θ : 傾斜角 L: 土槽中央から上流部分の長さ(150cm) H: 液状化層厚
が得られる。以下の考察では平坦化しているものは除外する。

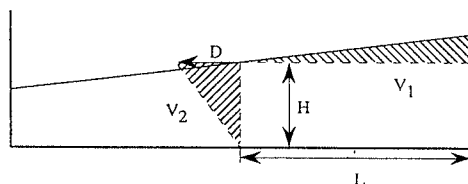


図1 地盤モデル

水平変位量と液状化層厚の関係を図2に示す。図の曲線は地盤が平坦化する時の状態、式(1)を表したものであるが、側方流動量と液状化層厚の関係はこの曲線に交叉するまではほぼ比例関係であり、交叉した後は逆に反比例の関係となる(図2の1%、3波)。水平変位量を液状化層厚で除した値D/H(平均的な地盤のせん断ひずみと考えられる)と、入力波の継続時間T(波数と入力波の周期の積N/f)と傾斜角を乗じた値T θ の関係を図3に示す。図3よりばらつきがあるものの両者は比例関係にあることがいえる。最小二乗法により近似式を求めると、

$$D = 0.21 T \theta H + 0.34 H \cdots (2)$$

D: 水平変位量 H: 液状化層厚 T: 入力波の継続時間 θ : 傾斜角

キーワード: 震害、液状化に伴う側方流動

新宿区大久保3-4-1 TEL 03(3208)0349

が得られる。式（2）によると地表面傾斜角が0でも水平変位が発生することになるが、実験は傾斜角が1%以上で行われており、この範囲において式（2）が成立することを留意する必要がある。式（2）の第1項は入力波の継続時間および地表面の傾きに比例することから、液状化土が流体として挙動することによる地盤変位と解釈することができる。第2項の定数部分については以下のような推論が成立する。液状化土のせん断試験（片田敏行ら 武蔵工大）および液状化後加振を停止した条件下での側方流動実験（濱田政則ら 早稲田大）によれば、液状化土のせん断ひずみがある一定値に達するとその剛性が回復し固体としての性質が戻ることが知られている。これを限界せん断ひずみ γ_c と呼んでいるが、この場合の地表面の変位は $D = \gamma_c H$ と表される。式（2）の第2項はこの限界せん断ひずみによる変位と理解することができる。図4に既往の実験結果を示す。相対密度50%前後で限界せん断ひずみ γ_c は0~50%の間に分布している。式（2）の第2項の定数項はこの範囲に含まれている。すなわち、式（2）の第1項は加振中の変位量であり、第2項は加振終了後の変位量と考えられる。

4. 結論

- 1) 側方流動による水平変位量と液状化層厚には比例関係がある。
- 2) 側方流動による水平変位量は傾斜角・入力波の継続時間いずれにも依存性がある加振中の変位量と、限界せん断ひずみによる加振後の変位量の和として表される。

表1 遠州灘浜砂の粒径特性

れき分%	砂分%	シルト・粘土分%	真比重
0	98.12	1.88	2.67
最大粒径	D60%	D30%	D10%
0.09	0.25	0.18	0.13

表2 実験ケース

ケース番号	液状化層厚H (cm)	地表面傾斜角 θ (%)	入力波(正弦波、 $\approx 600\text{gal}$) 波数N	周波数f(Hz)	平坦化の有無
CASE1	15	1	3	5	平坦化せず
CASE2	15	1	5	5	平坦化せず
CASE3	15	3	3	5	平坦化せず
CASE4	15	3	5	5	平坦化せず
CASE5	15	3	7	5	平坦化せず
CASE6	20	1	3	5	平坦化せず
CASE7	20	1	5	5	平坦化
CASE8	20	3	3	5	平坦化せず
CASE9	20	3	5	5	平坦化せず
CASE10	30	1	3	5	平坦化
CASE11	30	1	5	5	平坦化
CASE12	30	3	3	5	平坦化せず
CASE13	30	3	5	5	平坦化
CASE14	20	3	3	7	平坦化せず
CASE15	20	3	3	7	平坦化せず
CASE16	20	3	5	7	平坦化せず
CASE17	20	3	5	7	平坦化せず
CASE18	20	3	7	7	平坦化せず
CASE19	20	3	7	7	平坦化せず

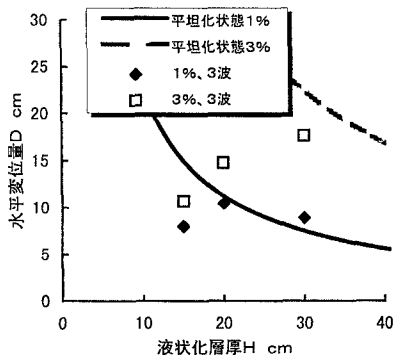


図2 水平変位量と液状化層厚の関係

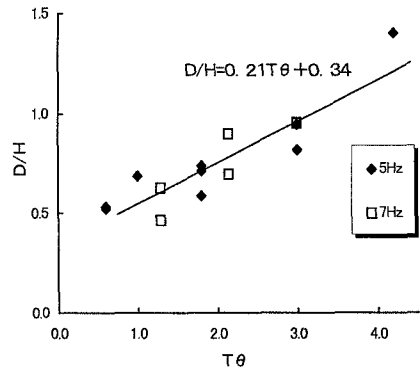


図3 水平変位量÷液状化層厚 (D/H) と
入力波の継続時間×傾斜角 ($T\theta$) の関係

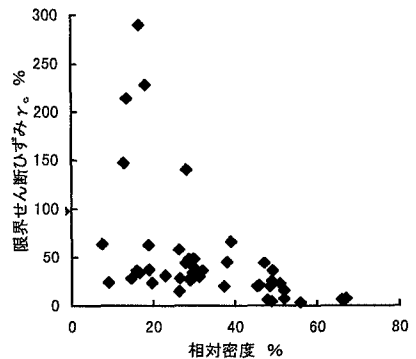


図4 限界せん断ひずみと相対密度の関係
(濱田ら 早稲田大学 1996)