

## Ⅲ-A15 静的及び繰返し荷重場にある構造物支持地盤の変形特性

|               |      |       |
|---------------|------|-------|
| 室蘭工業大学工学部     | 正会員  | 川村 志麻 |
| 室蘭工業大学大学院     | 学生員  | 飯田 和弘 |
| 室蘭工業大学大学院     | 学生員  | 宮浦 征宏 |
| 専修大学北海道短大     | 正会員  | 横浜 勝司 |
| 北海道大学大学院工学研究科 | フェロー | 三浦 清一 |

## 1. はじめに

構造物を支持する地盤では、外力の条件によって地盤内の変形特性は複雑に変化する。そこで本研究では、繰返し鉛直、水平荷重及び静的中心、偏心荷重を受ける構造物・地盤系の変形特性を模型実験により調べた。特に構造物の沈下量と傾斜角及び地盤内の変形量との関係を明らかにした。

## 2. 試験装置と試験方法

装置は、従来から用いている二次元平面ひずみ模型土槽と載荷装置である。模型構造物は高さ $D$ 、幅 $B$ ともに100mmのものを用いた。これらの装置及び模型構造物の詳細は既報<sup>1) 2)</sup>に詳しい。模型地盤は、豊浦標準砂( $\rho_s = 2.65 \text{ g/cm}^3$ ,  $\rho_{d \max} = 1.648 \text{ g/cm}^3$ ,  $\rho_{d \min} = 1.354 \text{ g/cm}^3$ )をサトホッパーから空中落下させる方法で作製し、相対密度 $Dr = 50\%$ の地盤を得た。

行った試験は図-1(a), (b)に示すように、繰返し鉛直、水平載荷試験① Cyclic Vertical or ② Cyclic Horizontal Loading Test: CVL または CHL と略称)と静的中心、偏心載荷試験④ Static Central or ⑤ Static Eccentric Loading Test: SLT-CL または SLT-EL と略称)である。例えば繰返し載荷試験では、左右のロッド2本( $P_{VL}$ ,  $P_{VR}$ または $P_{HL}$ ,  $P_{HR}$ )により半正弦波荷重を周期4秒で交互に模型構造物に与えている。なお、左右の鉛直荷重を同時に載荷させた試験(③ Cyclic Central Loading Test: CCL と略称)も併せて行っている。静的載荷試験は、(b)図に示すようにひずみ速度

0.01%/min で鉛直荷重 $P_s$ を模型構造物に与えた。なお偏心載荷試験では、載荷初期の偏心度 $e/B$ (偏心距離 $e$ を構造物の幅 $B$ で正規化した値)が0.15, 0.3, 0.4, 0.5になるように設定している。地盤内の変位量は、左右対称に8本挿入したスパゲッティの変位を測定することにより求められている。この変位量を用いて、沈下土量 $V_v$ ( $\text{mm}^3/\text{mm}$ )と側方流動土量 $V_d$ ( $\text{mm}^3/\text{mm}$ )を算出した<sup>1)</sup>。また構造物の左右卓越する方の沈下量を $S_{V_{major}}$ 、もう一方を $S_{V_{minor}}$ とし、スパゲッティの変位量は卓越する方を側方変位量 $\delta_{major}$ と定義した。構造物の傾斜角 $\alpha$ は鉛直変位 $Y_L$ ,  $Y_R$ から算出している(図-3挿入図参照)。

## 3. 試験結果と考察

構造物の傾斜と地盤の変形との関係を調べるために、SLT-EL試験における構造物の傾斜角 $\alpha$ と沈下量 $S_{V_{major}}$ を構造物の幅 $B$ で正規化した値との関係を示した(図-2参照)。沈下の進行にともない構造物の傾斜角は線形的に増加している。また偏心度によって勾配に相違が認められ、偏心度が大きいほど勾配は高くなっている。なお約 $10^\circ$ 以上においてこの勾配に変化が見られた。この勾配の変化は構造物が転倒するモードに移行することにより傾斜角が増加することによってもたらされているようである。このことから、構造物・地盤系では

キーワード: 側方流動, 繰返し荷重, 静的荷重, 模型実験

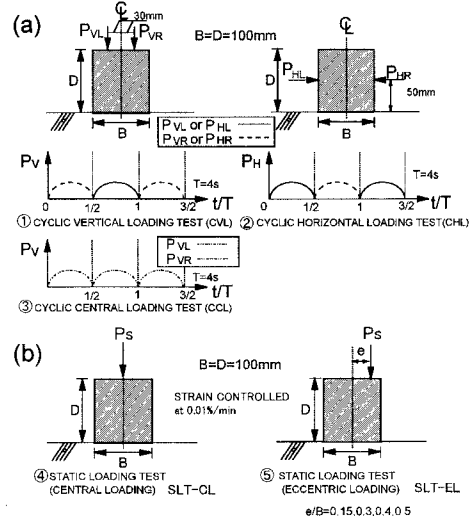


図-1 載荷方法

構造物の沈下・傾斜にともないすべり破壊が進行し、その後ある傾斜角になると構造物が転倒するモードに移行することがわかった。

次に地盤内の変形挙動との関連を調べた。図-3は側方変位量  $\delta_{major}$  を沈下量  $S_{vmajor}$  で正規化した値と  $S_{vmajor}/B$  との関係により整理されている。载荷法の違いによって、側方変位量の発達の仕方が異なっている。SLT-EL 試験では偏心荷重が与えられることによって  $\delta_{major}/S_{vmajor}$  値が増加し、一方ロッキングを生じるような CVL, CHL, CCL 試験では  $\delta_{major}/S_{vmajor}$  値が低下する傾向にある。また、 $S_{vmajor}/B \approx 0.1$  付近まで  $\delta_{major}/S_{vmajor}$  値は、载荷パターンによらず一致 ( $\delta_{major}/S_{vmajor} = 0.35$ ) している。このように側方変形の特徴は構造物の沈下量・傾斜角の大きさによって変化するのである。

さらに図-4は、図-3と同様に側方変形挙動を沈下土量  $V_\rho$  と側方流動土量  $V_\delta$  の比  $V_\delta/V_\rho$  と  $S_{vmajor}/B$  の関係を示している。ここで、 $V_\rho$ 、 $V_\delta$  は構造物が沈下した面積とスパゲッティのはらみだした面積を単位奥行当たりの体積として算出したものである<sup>2)</sup>。 $\delta_{major}/S_{vmajor}$  の整理法とは異なり、土量比-沈下関係は静的及び繰返し载荷の相違(SLT-CL と CCL 試験, SLT-EL ( $e/B=0.3$ ) と CVL 試験)や荷重の作用方向の違い(CVL と CHL 試験)によらず、双曲線で表わされるようである。また偏心度の大きさによって、 $S_{vmajor}/B \approx 0.1$  以上の  $V_\delta/V_\rho$  値に変化が現れている。上図の関係においても、この偏心度による差は現れた。

ここではその原因を調べてみた。図-5は同一傾斜角における  $S_{vmajor}$  と  $S_{vminor}$  を偏心度で整理したものである。偏心度が大きくなるにつれて  $S_{vminor}$  が小さくなっている。 $S_{vmajor}$  と  $S_{vminor}$  の差は偏心度によらず一定であった。これは偏心度の大きさによって、すべり破壊が始まる点での深さが変化していることを示している。すなわち、ある程度沈下が進行してからすべり破壊する場合と沈下の進行がない状態ですべり破壊をする場合には、側方変形の発達の仕方が変化するのである。このことから、構造物の沈下形態を把握することは、側方変形特性を知る上で極めて重要であると指摘できる。

#### 4. まとめ

静的及び繰返し荷重場にある構造物・地盤系の変形は、载荷条件より構造物の沈下形態に強く依存することがわかった。また土量比というパラメータを用いれば、試験条件によらず地盤内の変形特性を一義的に表現できることがわかった。

≪参考文献≫ (1)川村・三浦・宮浦・横浜・長谷(1998):第53回土木学会年次講演会講演集, pp. 194-195. (2)宮浦・川村・長谷・三浦・飯田(1999):第34回地盤工学研究発表会発表講演集(投稿中).

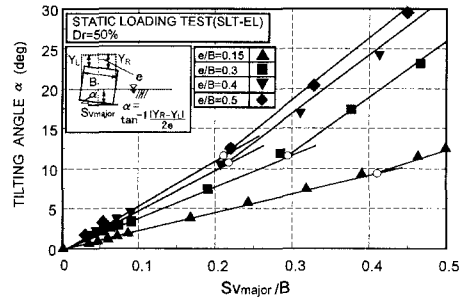


図-2 沈下量と傾斜角の関係

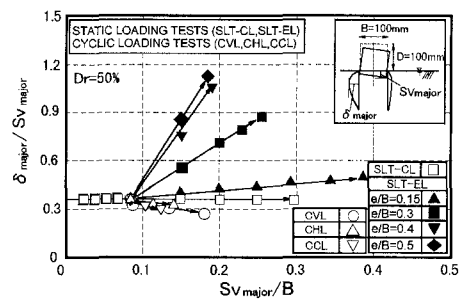


図-3 側方変位量と沈下量の関係

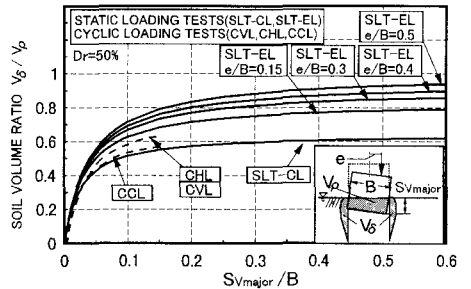


図-4 土量比と沈下量の関係

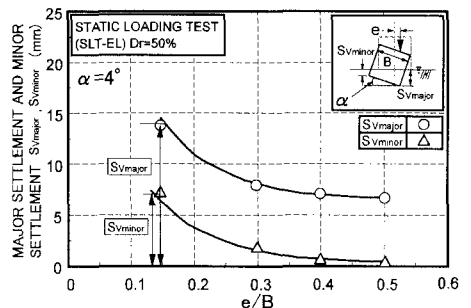


図-5 すべり面発生日点の深さと偏心度  
の関係