

西鉄基礎工事Ⅱ 正 ○安部重彦
福岡大学 正 吉田信夫
福岡大学 正 今泉広二

1. はじめに

フリクション・カット工法によってケーソンが沈下するとき、刃型に内接する内面土に塑性流動を発生し支持地盤がせん断破壊される。筆者らはケーソン刃口のような水平と鉛直の両方向に作動する基礎が沈下するときの変形領域の伝播とスベリ線の決定を行ってきた。²⁾今回はTerzaghi等によって与えられている支持力理論曲線と実験によるスベリ曲線とを比較し、スベリ線の決定および沈下やスベリ限界幅等の関係を考察した。³⁾また第1報で問題となった実験槽の側面摩擦の影響も検討した。

2. 実験概要

試料および実験装置は従来から用いている川砂と載荷試験装置である。実験方法は砂の変位を読みとるために5cm間隔で標点を配置し、ガラス面を通して観測できるようにした。ガラス面にはマサツを減ずるためにシリコーン・グリースを塗布したときと、塗布していないときとを比較した。砂はやや締め固めた状態で24時間以上放置した後、載荷を行ない、各荷重段階の標点の移動や砂表面の変位等を観測した。

3. 対数らせんによる解法

受働破壊と仮定したスベリ面の近似形状を、対数らせんと平面スベリとから合成されたスベリ線とすると図-1のようになる。対数らせん及びRankine領域の幾何的關係より

$$H = r_0 \cdot \cos \theta \quad \dots\dots (1)$$

$$B_0 = r_0 \cdot 2 \cos \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2} \right) \cdot e^{\alpha \tan \phi} \quad \dots\dots (2)$$

が成立する。すなわち沈下量H, スベリ限界幅B₀を求めるこ

とはr₀の決定である。砂の単位密度γt, 内部摩擦角φ, スベリ面に働く粘着力Cを考え、r₀を未知数として解いていくと次の二次方程式で表わせることがわかって⁴⁾いる。

$$1.5 \times (a_1 + a_2) \times \gamma t \times r_0^2 + 2C \times (a_3 + a_4) \times r_0 - a_5 \times W \times \cos \delta = 0 \quad \dots\dots (3)$$

ただし a₁, a₂, a₃, a₄, a₅ は θ, φ, δ による定数である。

4. 実験との照合

水平・鉛直両方向の載荷試験による標点の移動や砂表面の盛り上がり及び実測される平面スベリ線を図-2にまとめて図示する。また、実測されたスベリ破壊端および平面スベリ線(写真-1)は約30度でせん断試験の値とよく一致する。図-2においてスベリ破壊端より平面スベリ線を記入し、載荷端を極とする対数らせんの理論曲線に合致させた。また、標点変位方向や変位量から過渡領域にスベリ線を記入した。刃口

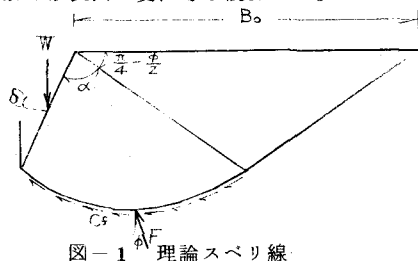


図-1 理論スベリ線

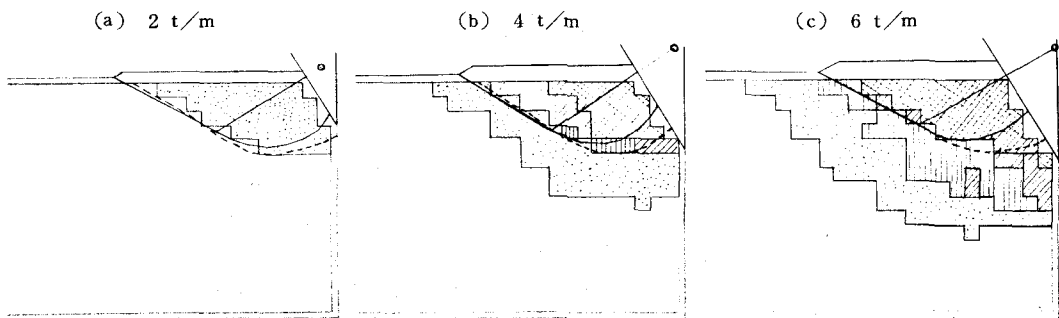


図-2 変位量図

40以上 40~30 30~20 20~10 10~0 (mm)

の沈下に伴い载荷端の極が移動して各载荷の理論スベリ線は移動するが、標点の変位より求められるスベリ線は各载荷段階においてもほぼ一致しており、過渡領域のスベリ線は移動しない。また、砂表面の変位量の測定からスベリ線領域内の容積はほとんど変化しない。過渡領域のスベリ線を連続的な曲線と仮定して対数らせんを適用すると、極の位置が载荷端ではなく図の中の点において良く一致する。標点の変位量の状態をみるとスベリ線内に変位の最大領域が存在しており各载荷ごとに最大領域が伝播していくのがわかる。刃口の沈下に伴い刃口部の変位が大きくなっており、塑性域が発達の状態にあるものと考えられる。尚、载荷重が6 t/mの場合、刃口部の先端付近に変位量の増大が観察され、以後9 t/mの载荷までスベリ破壊線は無く、9 t/mのときにスベリ線が観察された。

図-3は砂表面の変位量を表わしたものである。破壊した時点で大きく変位するだけでスベリ線の進行する傾向は砂表面の変位量ではわからなかった。

図-4はガラス面の摩擦による側方変位の影響をみるため、ガラス面の摩擦低減を施したスベリ線Gと摩擦低減を施さないスベリ線Lとを比較した。その結果Gでは、側面と中央部の差は5～10 cm以下になりガラス面の摩擦の影響は減少させることができた。

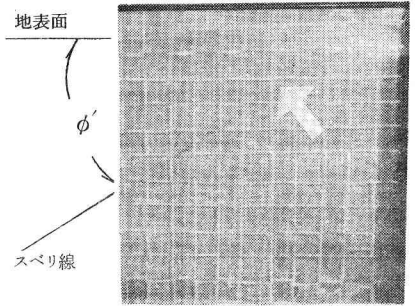
理論式(3)から B_0 は W や r_0 等の関数で表わされ、連続的に変化している。しかし、数多くの実験の結果 W と B_0 の関係が図-5のように階段状に変化するのが認められた。このようになるのは载荷試験中に試験砂のダイランシーに関係するためであろう。

5. まとめ

水平・鉛直両方向の合成した载荷試験の結果、変形領域の伝播はスベリ破壊線の起こる前後で異なっていると考えられる。また、過渡領域においては明確なスベリ線が観察されないのに塑性域の発達過程を検討すべきである。せん断破壊した後のスベリ線の形状は対数らせんをもとにした理論曲線で極の移動により近似することが確かめられた。しかし、解析においては今後は現在行なっている有限要素解析の中でスベリの解析を実施し、荷重とスベリ限界幅との関連を検討する。

<参考文献>

- 1) 西鉄基礎工事LL：NK式オープンケーソン工法(ウェル工法)について 1977
- 2) 安部, 吉田, 今泉：ケーソンの沈下機構に関する基礎的実験 土木学会西部支部研究発表会講演集 1976
- 3) 山口 柏 樹：支持力理論, 土質工学ハンドブック, 第10章, 1968
- 4) 安 部 重 彦：ケーソンの沈下掘削に関する研究, 東和大学紀要, No.3. 1977



(写真-1) ガラス面のスベリ線

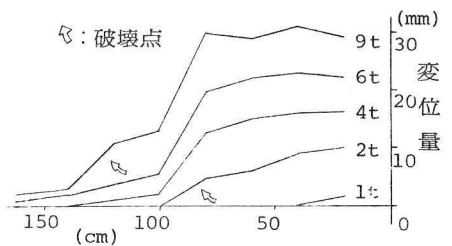


図-3 砂表面の変位量

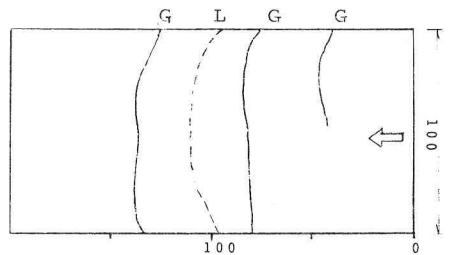


図-4 砂表面に生じたスベリ線

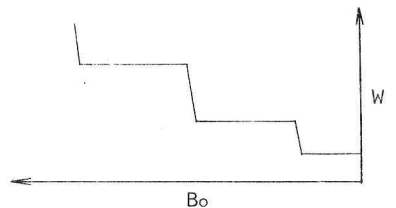


図-5 $W \sim B_0$ の関係