

III-24 平面ひずみ受働土圧状態における二種のすべり線

東京都立大学工学部 正会員 小林 慶夫
同 正会員 湯浅 敏史

1. はじめに

土の強度特性を正しく把握するためには、土の破壊時におけるいわゆるすべり線の性質を調べることも必要なことと思われる。ここでは、鉛直壁の砂中への平行な押し込みと下端を固定して回転を与えたがりの押し込みの二通りの方法により、平面ひずみ受働土圧状態でのすべり線を発生させた。得られたほぼ直線と見なせるすべり線が、平行移動の場合は、せん断抵抗角 ϕ_R （残留強度時）に近い値を、下端まわりの回転の場合は、いわゆるグレイタンシー角 β に近い値をもつ一例をここに示す。さらに、砂中に埋めたマーカーをガラス壁を通して観察することにより、すべり線が発生する前後の砂の動きを検討した。

2. 実験の方法

実験装置の概要は図-1に示した。砂箱の大きさは、 80^{mm} （幅） \times 600^{mm} （長さ） \times 600^{mm} （高さ）で、側面は厚さ 12^{mm} のガラス板を用いた。ガラス板の内面にシリコングリスを塗り、その上にサララップの薄片を貼りつけ、側面マサツを除くようにした。

実験状態の豊浦砂を用い、層厚 50^{mm} ごとに、 10^{mm} 厚さ 1^{mm} の鉄片を用いて突くことにより詰めた。間隙比は芳カ砂に近くなるようにした。このとき砂の動きを調べるため、マーカーとして、釘を横方向に 50^{mm} ごとに置いた。

幅 80^{mm} ×高さ 200^{mm} の載荷板に側面と同様にシリコングリスを塗り、その上にサララップを貼りつけて載荷面のマサツを除いた。この載荷面を次の二通りの方法で砂に押し込んだ。

1) 載荷板を鉛直のまま平行に砂中に押し込む。（以下これを平行移動という。）

2) 載荷板下端を固定し、板を回転しながら押し込む。（以下これを下端固定回転という。）

板を加えた荷重と進行方向への変位量（平行移動の場合）、あるいは、回転角（下端固定回転の場合）、なすびにマーカーの変位量を各変位段階で測定した。また、砂と共に動くサララップのしわと砂の上面に発生する盛り上がりがあるいわゆるすべり線の発生状況を観察した。

3. 実験の結果と考察

載荷重-変位関係を図-2、図-3に示した。実験中最初にすべり線がくきものを感ずるのは砂の上面における盛り上がりの前兆のようなものである。これは、荷重-変位曲線のピークの近辺で見つげられた。こ

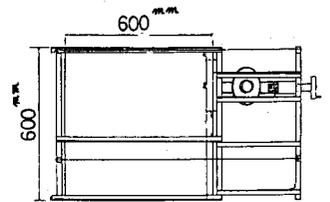


図-1 実験装置の概略図

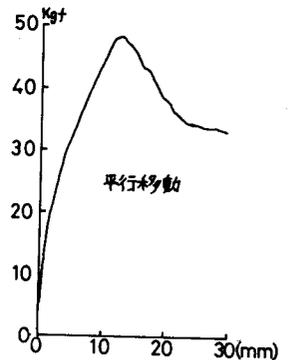


図-2 載荷重-変位関係

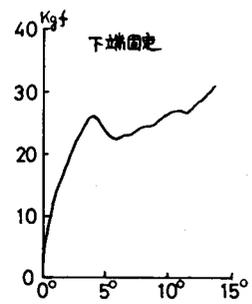


図-3 載荷重-変位(角度)関係

ークを過ぎてしばらくして、前に盛り上がりしきものを感じた部分で実際に盛り上がってきた。十分に変形が進んだ後になって始めて、図-4に示すように、サラコープのしわによるすべり線の観察が可能になった。このすべり線は、平行移動、回転のいずれの場合にも、ほぼ直線と見なしてよいようなものであった。

次に、マーカの水平移動と上下動を測定し、これを用いて砂の体積変化を観察した。特にピーク前後の砂の動きは複雑で、平行移動の場合、すべり線の中央に相当する部分では、ピーク前に載荷面が左方へ移動しているにもかかわらず、砂が逆に右方へ動きを示している。ところがピークを過ぎると、動きの方向が反転して載荷面の動く方向へとそびの部分で剛体的に移動している。このピーク前後の砂の各部分の動きを体積変化を通して観察してみると、平行移動の場合にも回転の場合にも共に、圧縮されている部分と膨張する部分が時間および場所の関数として複雑に変化するように見える。

しかし、一度すべり線が発生すると砂の運動は、定まった方向に決定してしまう。等方的な砂に近い詰め方を試みた今回の実験では、水平な砂の表面とすべり線とのなす角は、平行移動の場合 28° 、回転の場合、 34° と異なった値が得られた。平面ひずみ条件のもとで得た等方砂のせん断抵抗角 φ 、残留強度時にけるせん断抵抗角 φ_R 、ダイレイタンスン角 ν は 17.3° 以下のようたなる。

$$\varphi = 44^\circ, \quad \varphi_R = 34^\circ, \quad \nu = 18^\circ$$

このとき、すべり線と砂の水平面とのなす角はそれぞれ、

$$\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2}\right) = 23^\circ, \quad \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi_R}{2}\right) = 28^\circ, \quad \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\nu}{2}\right) = 36^\circ$$

となる。(図-5、図-6参照)

実験結果は、平行移動の場合、 φ_R に近く、回転の場合は、 ν が近いといえる。この結果は、平行移動の場合、もまれ後で、すべり線が発生し、しかも、砂は一つのかたまりとして運動する

ので、 φ_R であり、回転の場合、砂は十分にもまれなかつ強固めに近い状態にあるので、体積膨張の影響により ν が作用してくると考えれば一応納得し得るものであろう。

4. まとめ

平面ひずみ受働土圧状態で、鉛直壁を平行移動させて砂中に押し込んだ場合と壁の下端を固定させて回転して砂中に押し込んだ場合の砂の動きを破壊直前で調べた π 型試料として、破壊後に理られるすべり線の形状を主軸として、簡単なモデル実験を試みた結果を報告した。

最後に、実験を行なってくれた当時本学学生太田武彦氏に謝意を表す。

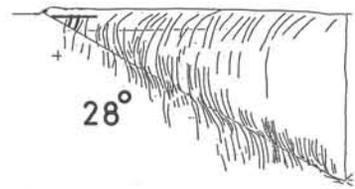


図-4 平行移動の場合のすべり線

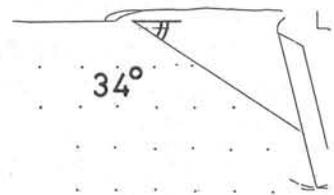


図-5 下端固定回転の場合のすべり線

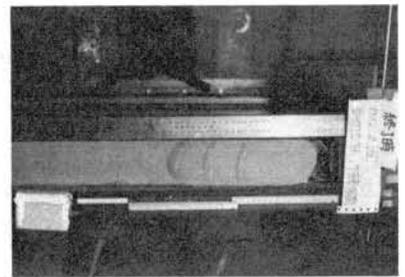


図-6 下端固定回転の場合の砂の表面に理られたすべり線