

ケーソンの沈下機構に関する基礎的実験 (第1報)

西鉄基礎工事KK ○正 員 安部 重彦

福岡大学 正 員 吉田 信夫

福岡大学 正 員 今泉 広二

1. 実験の目的

従来のケーソンではケーソンの外周部に発生するフリクションのため、刃口の沈下と刃口先の支持力、その周辺の土の変形挙動などの関連が明らかにされていない。これまで平面基礎によるスベリ面解析、斜面帯基礎の支持力解析などに関するスベリ面解析はなされているが、水平と鉛直の両方向に作動する刃口のような角度をもった基礎についての解析、実験は乏しい。今回、ケーソンの外周部のフリクションをカットした工法を開発したので、その理論的説明の基礎的系口として刃口が各載荷重について沈下する時の土の変形領域を追跡し、その変形領域の伝播を考察することを目的とした。これによって今後スベリ面の実測、ケーソンの支持力、掘削時の内部土砂の挙動、ケーソンの沈下などの関連を解析しようとするものである。今回は実験に用いた実験装置と実験方法および各載荷重段階ごとの変形状態についてとりまとめた。

2. 工法の特長

これまでのオープンケーソン工法とは、ケーソンの中の土砂を掘削することにより、ケーソン自重で沈下させる。ところが、深くなるとケーソン自重だけではケーソン外周部のフリクションのために沈下が困難となり、したがって自重を増すか載荷重をすることが必要となる。今回開発した工法は図-1のように周辺に特殊懸濁液(斜液部)を自然流下させることにより、ケーソン外周部B-Cのフリクションをカットするもので、その結果ケーソン自重が刃口にほとんど全部作用することになり、これが刃口の押込力となって刃口部内面側の土砂に作用する。よって全自重を受けた刃口部は常時地盤中に貫入し、刃口内面側の土砂を塑性流動させてケーソン内側へ送りこむ状態となる。ケーソンの沈下はこの塑性化された土砂を排工する事により行なわれるので、沈下のコントロールが容易であり急激に沈下しない。さらに刃先がAのように常に土砂中に貫入しているので、従来のケーソン工法でみられる先掘りによる急激な沈下が発生せず、無騒音無振動である。また、沈下定着後ケーソン外周部はモルタル注入などの置換工法によりフリクションの復元ができる。

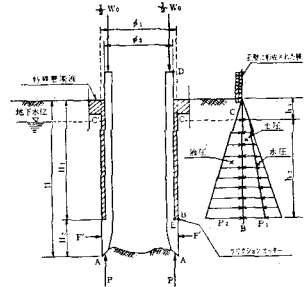


図-1 フリクション・カット工法の原理

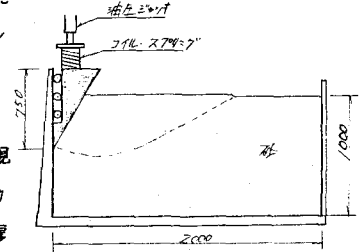


図-2 実験装置

3. 実験方法

今回行なった実験はケーソン刃口部の土砂の変形領域とその伝播性とを観察するもので実験装置を図-2に示す。実験装置を縮尺すると僅かな粘着力が大きく影響するので奥手に近い装置を用いて行なった。装置の両面には厚さ12mmの強化ガラスを用い砂の変位が読みとれるようにした。刃口部の背後のローラーは工法に用いられているフリクション・カットの原理を実験室用に変換したものである。実験に用いた砂は筑後川産の川砂で、最大粒径4.76mmフルイ通過、有効径260μm、均等係数2.77である。砂は水締めする方法を用いて、できるだけ均一になるようにした後排水して準備した。実験槽内の砂はゆるぎめの状態で湿潤密度 $\gamma = 1.6 \text{ g/cm}^3$ 、内部摩擦角約30度、含水比 $w = 6\%$ である。砂を入れる際に砂の変位をトレースするために5cm間隔で標点を配置し、できるだけ砂と一体となって動くように設置した。載荷は油圧ジャッキで行ない、1分おきに10t/m²まで応力制御で載荷して各載荷段階ごとに標点の移動を計測した。

4. 理論

裏込め土の破壊を受働破壊と仮定し、そのスベリ面が対数らせんと平面スベリとから合成されたものとして、スベリ面を考えると図-3のようになる。従来の剛空体の考えでは、スベリ面の始点を b とし、 d 点上の任意の対数らせんの極(L)の中で最小の Q_r を与える L がスベリ面とされ bcd の各点が決まる。山口¹⁾、平田²⁾などの実験から推論すると bcd 上のスベリ面でせん断抵抗が一斉に全断面にわたってモビライズされるのではなく、 bcd 上でそのモビライズされる領域が各載荷重段階ごとに伝播することが考えられる。

5. 実験結果と考察

今回の実験はゆるぎめの砂にたいして、従来の方法と違って鉛直方向の支持力と水平方向の受働土圧をもつ載荷試験であると考えられる。各載荷重段階ごとのなかで3, 6, 9%の標点の変位量を図-4に示す。いずれも刃口部の前面に変位の最大領域を発生している、刃口面に平行にその変位が伝播している。さらに、各荷重段階ごとに砂の表面にスベリ面が観察された。(写真) この変位量の分布から、水平地盤面における載荷板の垂直載荷のもとでの変位の分布よりは、むしろ受働土圧的な変位分布と考えられる。ただし、刃先においてかなりの鉛直方向の変位(約10mm)がみられる。ところで、前述の4の理論での仮定をとれば、刃先(b)からスベリが発生することになる。しかし、図-4(b)(c)で観察されているように刃口部前面に平行に密な砂層が形成されているので、刃口部と密な砂層部とで合成された領域を考慮してのスベリ面の検討が必要であろう。ところで砂の表面でのスベリ面の実験点 d 点をもとにしていけば c 点から数多くのスベリ面が仮定できる。したがってそれらの多くの仮想スベリ面の中で支持力(Q_r)を最小とするスベリ面と実験で得られるスベリ面との対応が必要である。支持力(Q_r)を最小とするスベリ面については当日発表する。

6. まとめ

従来の水平もしくは鉛直方向のみの載荷試験とは異なって、水平鉛直合成とみられる載荷試験を実施した。その結果、刃口前面に最大変位領域が発生し、これが刃口面に平行に伝播していく。一方、刃先部ではかなりの鉛直変位が認められるので、刃口部と密な砂の領域を考慮したスベリ面の検討が必要である。このためには各載荷重段階ごとの標点の移動をもとにして、収縮領域と膨張領域の発生と伝播、せん断ひずみを求める。これらのスベリ面の追跡と実験 Q_r 、理論 Q_r との照合は次回に発表する。

- 参考文献) 1) 山口柏樹, 木村孟: 遠心載荷装置による支持力実験(第1報), 第11回土質工学研究会発表会 1976
2) 内田一郎, 平田登喜男: 斜面帯基礎の支持力解析における二, 三の問題, 第11回土質工学研究会発表会 1976
3) 勝見雅: 杭先の角度に注目した支持力について, 土木学会第24回年次学術講演概要集 第3部
4) 西鉄基礎工事部: NK式オープンケーソン工法(ウェル工法)について, 1977

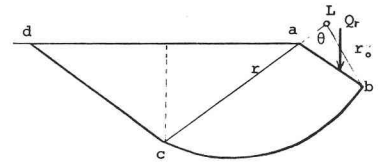
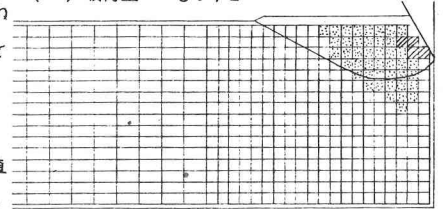
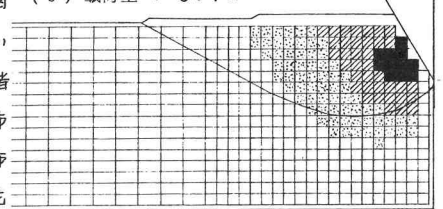


図-3 理論スベリ線

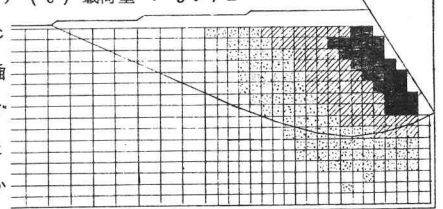
(a) 載荷重: 3 t / m



(b) 載荷重: 6 t / m

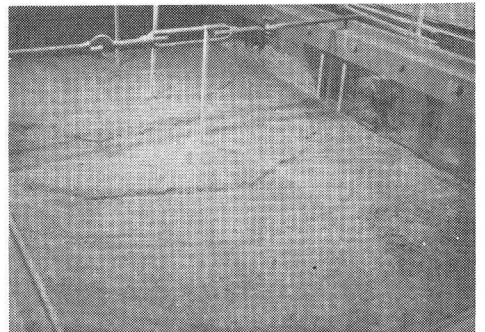


(c) 載荷重: 9 t / m



変位量 30mm以上 20~30mm 10~20mm

図-4 変位量図



(写真) 砂層表面のスベリ面