

III-311 遠心装置による乾燥砂中の深い立て坑の土圧計測実験

西松建設 正会員 ○ 藤井 利侑
 広島大学 正会員 日下部 治
 群馬大学 正会員 萩原 敏行
 西松建設 正会員 石橋 貢

1.はじめに

筆者らは、前報¹⁾で遠心模型実験装置を用いた乾燥砂中の深い円形立て坑に作用する静止土圧および主動土圧を計測した実験結果について報告した。今年度は、実験システムを一部改良し測定精度の向上をはかり、また遠心加速度の増加に伴う模型地盤内の応力状態の変化についても考察を加えた。本報告では、新たなシステムを用いて相対密度の異なる2種の地盤について行った深い立て坑の土圧計測の実験結果を報告する。

2.実験方法

実験には豊浦標準砂を試料として使用した。その物理・力学的性質を表-1に示す¹⁾。立て坑模型は2つ割れのアルミニウム製で、昨年度試作したもの¹⁾を使用した。図-1に実験システムを示す。

実験は、試料容器中央部に立て坑模型(a)を固定し、気乾状態の試料を相対密度 $D_r=70\%$ ($\gamma_s=1.52\text{gf/cm}^3$)の密な地盤と $D_r=10\%$ ($\gamma_s=1.35\text{gf/cm}^3$)の緩い地盤になるようにポアリング高さを調節し模型地盤を作成した。地盤高さは20cmで、主動土圧実験時のプロトタイプ深さは20cm(遠心加速度(nG)100G)を想定した。

土圧計測は、まず予め左右の立て坑を2mm開けておき、100Gになるまでは10Gごとに静止土圧を計測した。主動土圧を起こすシステムは、昨年度のソレノイドバルブを用いた方式からモーター制御に変えた。すなわち、100Gに達したらモーター(100V,25W)(b)により立て坑を変位速度1.3mm/minで水平に変位させる方式である。立て坑変位は、上部に取り付けた変位計(c)で測定し、静止状態から主動状態に至るまでの水平土圧 σ_h の変化をロードセル(d)により計測した。

表-1 試料の物理・力学定数

比重(G_s)	2.66
最大間隙比(e_{max})	0.96
最小間隙比(e_{min})	0.61
内部摩擦角(ϕ') (平面ひずみ圧縮試験) 密い $D_r=70\%$ 緩い $D_r=10\%$	42° 34°

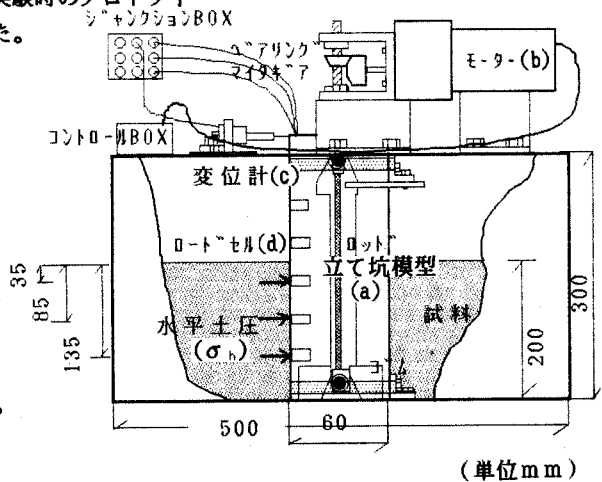


図-1 実験システム

3.実験結果および考察

3-1. 静止土圧

図-2は、横軸に垂直土圧 σ_v (計算値; $n\gamma z$)、縦軸に実測値から得られた静止土圧係数 K_0 をとり、10G~100Gまでの遠心加速度(G)の増加による K_0 の変化を示している。密な地盤では、 $\sigma_v=0.6\text{kgf/cm}^2$ 付近で値が落ち着いている²⁾。その時の G は計測点5では30G、4では50Gとなっている。3は計測点が浅いために100Gの状態でも σ_v が 0.6kgf/cm^2 に達していない。一方、緩い地盤では、密な地盤と異なり $\sigma_v=0.3\sim 0.5\text{kgf/cm}^2$ 付近ですべての位置で落ち着く傾向がみられる。またその時点の G レベルはいずれの位置でも密な地盤の結果よりも低く、緩い地盤とは異なっている。以上より、砂を用いた遠心模型実験を行った場合には、模型地盤内の応力状態は初期の相対密度、遠心加速度履歴の影響を強く受けるものと考えられる。

図-3は、密な地盤の100Gでの深さ方向(プロトタイプ深さ)における K_0 分布を示している。実験値は、Jakyの実験式 $K_0 = 1 - \sin \phi'$ ($\phi' = 42^\circ$)から得られる値0.33にほぼ等しくなる傾向がみられる。また、昨年度の実験結果と比較すると、浅い位置における K_0 が小さくJakyの結果に近くなっているが、これは立て坑模型の固定条件を改善したためと考えられる。

3-2. 主動土圧

図-4は、立て坑の水平変位に伴う土圧分布の変化を表したものである。緩い場合、深い位置では底面摩擦の影響が出てそれを考慮しなければならないが、変位が2%位で深さ方向の土圧分布がほぼ一定の値をとる。それ以降は軸対称の杭壁面に作用する土圧を評価する Beresantsevの式³⁾の結果と一致しており、Rankineの土圧算定式は、特に深い位置においては過大に土圧評価をしていることが伺える。また $z = 13.5$ mで応力が大きいのは底面摩擦の影響と考えられる。昨年データに比べてBeresantsevの結果に近いのは、立て坑を変位制御方式としたことと立て坑変位量の相違によると考えられる。

4. おわりに

本研究で得られた結論は以下の3点にまとめられる。(1)砂を用いた遠心模型実験の場合、模型地盤内の応力状態は、初期の相対密度、遠心加速度(応力レベル)の影響を強く受ける。(2)深い位置での静止土圧係数(K_0)分布は、Jakyの式を支持する。(3)主動状態における土圧分布は、 δ/r (r : 立坑半径)が2%以降は Beresantsevの式の結果にほぼ等しく、Rankineの土圧算定式とは大きな相違が見られる。

今後は、立て坑表面の鉛直方向の土圧計測と併せて、地盤内の応力状態の変化に着目して実験を行う予定である。

謝辞: 実験に協力してくれた、宇都宮大学大学院生 田口 敦君に謝意を表わします。

【参考文献】

- 1) 藤井利侖・萩原敏行・日下部 治: 遠心模型実験装置による乾燥砂中の深い立坑の土圧計測の試み、第45回土木学会年次学術講演会、pp.962-963,1990.
- 2) 田口 敦・萩原敏行・日下部 治・藤井利侖: 乾燥砂中の深い立坑に関する遠心模型実験、第26回土質工学研究発表会(投稿中)
- 3) Kezdi, P.: Lateral earth pressure, Foundation Engineering Handbook, pp. 217-218,1975.

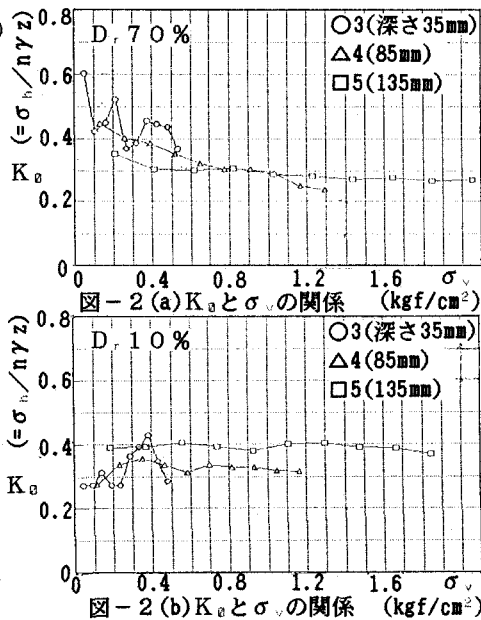


図-2 (a) K_0 と σ_v の関係 (kgf/cm²)

図-2 (b) K_0 と σ_v の関係 (kgf/cm²)

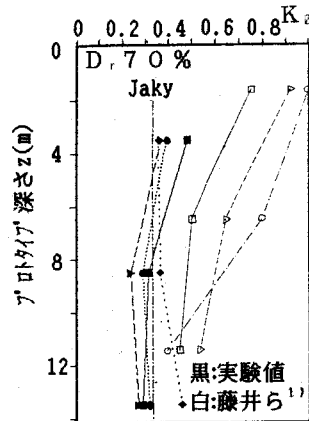


図-3 深さ方向の K_0 分布

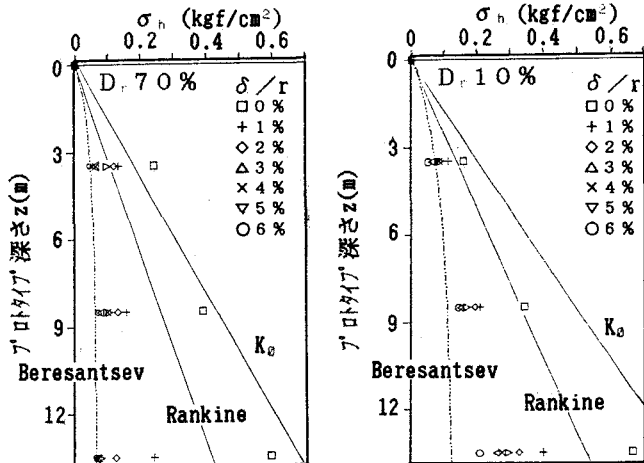


図-4 立て坑変位と深さ方向の土圧分布の関係