

香川大学 学生員 ○山崎 順一
 高知工業高等専門学校 正会員 岡林宏二郎
 高知工業高等専門学校 フェロー 多賀谷宏三
 広島大学 学生員 弥勒 昌史

1. はじめに

近年、我が国において都市機能の集中と高密度化に伴い、都市機能を支えるために連続円形地中壁、電線地中化マンホール、下水マンホール等の底板付き埋設構造物の数は増加の一途をたどっている。このような構造物に作用する土圧分布、底板と側壁を一体化することによる剛性変化の影響等設計的に不明な点が多く、必ずしも合理的設計法が採用されているとは言い難く、むしろ不経済な設計になっていると考えられる。円形立坑や円形地中壁に作用する土圧及び応力の分布に関する研究や水平埋設管に関する研究は行われている。例えば、藤井利侑¹⁾らは、乾燥砂中の深い円形立坑に作用する土圧の遠心模型実験と有限要素解析を行っている。ここでは、遠心載荷模型実験を、アルミニウム製底板付き鉛直シリンダー模型を用いて実施し鉛直シリンダー表面及び底板に作用する土圧及びひずみを測定した。今回は、遠心載荷模型実験で測定した土圧及び応力について検討する。

2. 実験方法

2.1 相似則の検討²⁾

相似則の検討を行い、縮尺を $S=1/\lambda=1/60$ とし、実機と相似なアルミニウム模型を使用した。相似則による模型から実機への換算率を表一に示す。

2.2 模型実験

高知工業高等専門学校所有の遠心載荷装置を用いる。表二は装置の性能をまとめたものである。模型埋設管（アルミニウム A-1050）[模型高さ=88.1mm、底板直径=26mm：図一1]に作用する土圧及び応力を測定する。試料容器は、アルミニウム製直方体容器[内寸法 30×45×15 cm, 25.2 kg]を用いる。砂の相対密度が密の場合とゆるい場合 ($D_r=80\%$, 10%) についてそれぞれ3ケース実験を行い、遠心加速度は、100Gまで10Gごとに計測した。

3 実験結果及び考察

3.1 シリンダー表面土圧

実験から得られたシリンダー表面に作用する水平土圧分布と Jaky の土圧係数から求めた静止土圧分布を比較してみる（図二）。実験値が、静止土圧分布と比較して底面に向かって大きくなるが、底面付近で小さくなっている。底面に近い場所で土圧が小さくなるのは、シリンダー下側への土の移動に伴う三次元効果によるものと考えられる。実験モデルに対し、密の場合の主働土圧 P_a 、静止土圧 P_0 、受働土圧 P_p を 60G に対して求めたものが図三である。実験値が静止土圧 P_0 よりやや大きくなっている。これは、シリンダーが軽いためシリンダーの遠心方向の変位は小さいがシリンダー周りの土は圧縮され、実験値が完全な静止土圧状態でなく、受働土圧の傾向が多少でているからであろう。他に、平面的に中央に集まる三次元的な土圧であり、擁

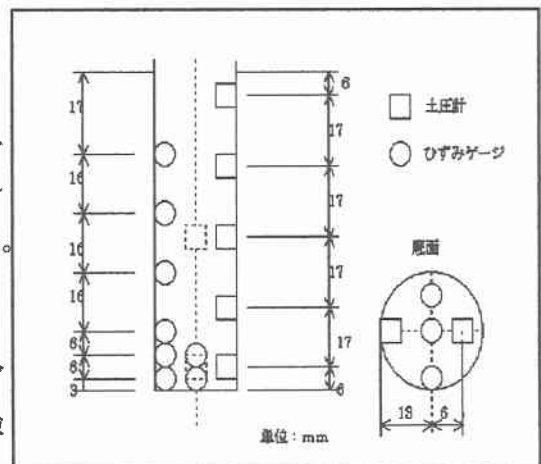
表一 実機への換算率

長さ	60
場の加速度	1/60
ひずみ	1
土圧	1

($S=1/\lambda=1/60$ の縮尺模型)

表二 遠心載荷装置の諸元

有効半径	1.5 (m)
最大加速度	200 (G)
最大搭載質量	146 (kg f)
容量	29.2 (G t)
試料容器搭載形式	スイングアップ式



図一 実験モデル

壁や護岸のような二次元的な土圧に比べ大きくなることも考えられる。

3.2 底面の土圧

図-4は、計測値と、シリンダー側壁に作用する壁面摩擦角 δ による反力が全て底面にかかるものとして求めた応力を比較したものである。密とゆるい場合の両方で、遠心加速度 α が小さいうちは壁面摩擦角 δ を大きくとれば、実験値が底面土圧の計算値に近づき遠心加速度 α が大きくなるに従って壁面摩擦角 δ を小さくとると実験値が底面土圧理論値に近づくことがわかった。砂の相対密度がゆるい方が試料土の沈下が大きいため壁面に作用する土圧が大きくなるためと考えられる。

3.3 砂の相対密度が密の場合とゆるい場合の関係

実験の結果は、密の場合の水平土圧分布がゆるい場合の水平土圧分布より大きくなっている。土圧を求める式の中の、 $K_0 \times \gamma_t$ の関係(表-3)で、密よりゆるい方が大きいはずである。他に影響範囲 ϕ 、側壁の摩擦力の影響が考えられるが明らかにならなかったので、この問題は今後検討する必要がある。

3.4 側壁の影響

この実験は、基本的に試料容器の長手方向の土圧とひずみを計測しているが、試料容器短辺方向の側壁の影響を見るために短辺方向にも土圧計とひずみゲージをそれぞれ2箇所取り付けてある。砂の相対密度が密の場合、長手方向は周りの土の沈下範囲が広いので水平土圧が大きくなり、短編方向は周りの土の沈下範囲が狭いので水平土圧は小さくなると考えられる。砂の相対密度がゆるい場合は、せん断抵抗角が小さいので、側壁の影響は少ないと考えられる。しかし、側壁の影響は、土の応力、変形が十分に把握できず明らかになるには至らなかった。

4 まとめ

実験から得られたシリンダー表面に作用する水平土圧分布とJakyの土圧係数から求めた静止土圧分布の比較で、実験値が静止土圧分布より大きい値となり、実験値は完全な静止土圧状態でなく、少し受働土圧の傾向がでていいると考えられる。従来、円形立坑の設計土圧は静止土圧を用いており、危険であるといえる。今後、さらに三次元効果、砂の相対密度が密の場合とゆるい場合の関係、側壁の影響などを明らかにし、新しい設計法の提案が必要である。

5 参考文献

1) 藤井利侑・萩原敏行・石橋貢・田口敦：乾燥砂中の深い円形立坑に作用する土圧の遠心模型実験と有限要素解析，土木学会論文集，第475号，1993，pp. 109～117。
2) 高田直俊・日下部治：「遠心模型実験」原理，土と基礎，Vol. 35，No12，1987，pp 89～94。

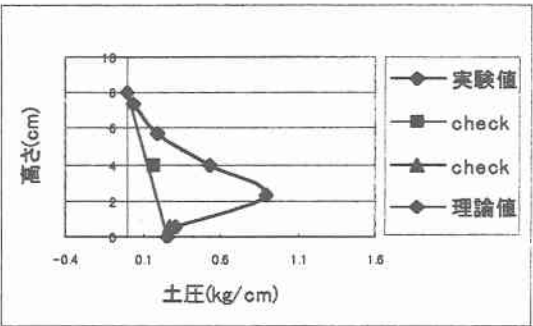


図-2 60G 壁面土圧

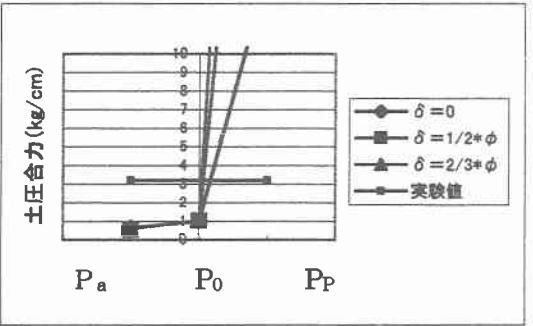


図-3 土圧合力の検討

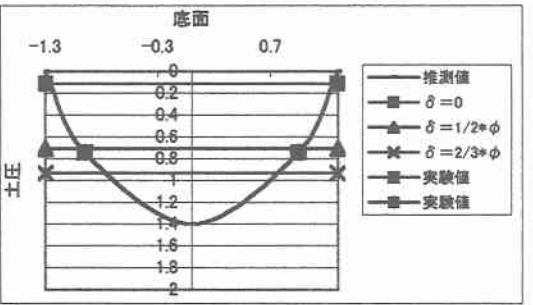


図-4 60G 底面土圧 (密)

表-3 水平土圧への影響

	密	ゆるい
$k_0 \times \gamma_t$	0.5411 (小)	0.5819 (大)
影響範囲 ϕ	(大)	(小)
側壁の摩擦力 ($K_0 \gamma_t \tan \phi$)	0.4704 (大)	0.4075 (小)