

III-241

乾燥砂中の深い円形立坑に作用する主働土圧に関する2、3の検討

西松建設 正会員 藤井 利侑
西松建設 正会員 野本 寿
群馬大学 正会員 萩原 敏行
福島県庁 正会員 ○田口 敦

1. はじめに

筆者らは、前報¹⁾において乾燥砂中の深い円形立坑に作用する土圧の弾塑性FEM解析を行い、土圧分布については、解析結果により遠心模型実験結果をほぼ説明できることを確認した。本研究は、前報に引き続き立坑の深さ、壁面摩擦が土圧分布に及ぼす影響について弾塑性FEM解析により検討したものである。

2. 解析結果ならびに考察

弾塑性FEM解析の手法ならびに遠心模型実験の詳細については、文献^{1)、2)}を参照されたい。

(1) 軸対称と二次元の土圧分布の比較

図-1は、立坑(直径6 cm、深さ20 cm、遠心加速度100 G)の変位量2 mmにおける深さ方向の主働土圧分布を軸対称と二次元解析とで比較した結果を示している。軸対称の土圧分布は、深さ方向にほぼ一定となり、土圧が直線的に増加している二次元の結果とは大きく異なる。二次元の土圧分布は、ランキンの主働土圧分布に近く、円形立坑に作用する土圧を深い位置ほど過大評価していることがわかる。軸対称の結果はBeresantsevの解析解に近く、遠心模型実験結果とも良好な一致を示すことは前報¹⁾に示した通りである。

図-2は、二次元と軸対称の最大せん断ひずみ速度(相対値)を比較した結果を示している。二次元のひずみの増分領域は三角形分布となっており、周辺地盤への影響範囲も大きい。軸対称の結果は、立坑周辺の狭い領域に沿ってひずみが深さ方向に様に集中している。三次元的な破壊形状は、二次元に比べてローカルであり、これが図-1の土圧分布性状と関係していると考えられる。なお破壊メカニズムについては、今後遠心模型実験との直接比較を行い検証して行きたい。

(2) 土圧分布に及ぼす立坑深さの影響

現実の立坑は、最近では70 mを越える深さの施工事例³⁾も見られ、今後大深度下の施工はますます増加すると考えられる。そこで、立坑深さが土圧分布に及ぼす影響について検討してみた。プロトタイプ立坑直径Dを15 mで一定とし、Dと深さHとの比 H/D(アスペクト比)を1.0、3.33、5.0と変えて計算を行った。プロトタイプ深さは、最大75 mまで検討した。図-3は、深さ方向の土圧分布を比較した結果を示している。深さ20 m付近までの土圧分布は、深さ方向によらずほぼ一定値をとり、これより深い位置の土圧は深さとともに

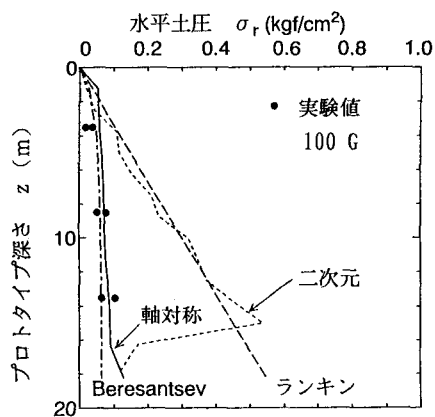
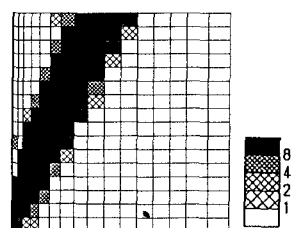
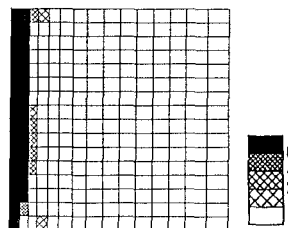


図-1 二次元と軸対称の土圧分布の比較



(a) 二次元



(b) 軸対称

図-2 最大せん断ひずみ速度分布

直線的に増加している。

また $H/D=5$ のひずみ分布の形は、図-4に示ように図-2(b)の結果と同一な形状を示している。このように軸対称の破壊領域が二次元より狭い領域で生じることは、軟弱地盤の軸対称掘削の破壊メカニズム⁴⁾、円筒リングに作用する砂地盤の主働応力状態のすべり領域⁵⁾からも明らかにされている。今回の解析結果で得られた土圧分布には、三次元的な破壊メカニズムが影響しているものと考えられる。なお、底部付近の土圧分布には底面の境界条件が影響している点も留意すべきである。

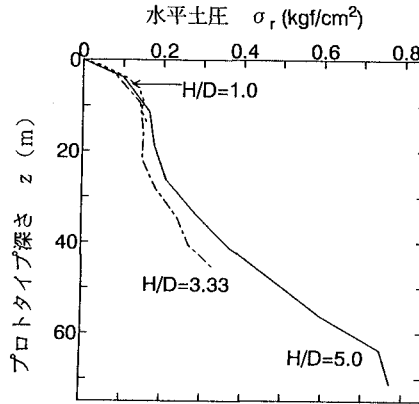


図-3 立坑深さが土圧分布に及ぼす影響

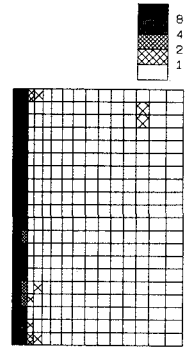


図-4 最大せん断ひずみ速度分布($H/D=5.0$)

(3) 土圧分布に及ぼす壁面摩擦の影響

立坑の壁面摩擦が土圧分布に及ぼす影響について調べた。解析は、前報で用いた解析メッシュ¹⁾を改良して行った。壁面摩擦は、立坑を変位させる前面に薄い要素列を作成し、この部分の材料定数(δ)で近似した。壁面摩擦 δ は、 ϕ ($=42.0^\circ$)、 $2/3\phi$ と変化させた。なお前報の結果¹⁾は、 $\delta=0^\circ$ であると仮定した。図-5は、土圧分布を比較したものである。底部付近の土圧に多少の相違はあるものの、全体的な土圧分布はほぼ等しい。従って、二次元の主働土圧の場合⁶⁾と同様に主働土圧に及ぼす壁面摩擦の影響は小さいといえる。

3. おわりに

これまで過去4年間にわたり、乾燥砂中の深い円形立坑の土圧分布について継続的に研究を実施してきた。その結果、立坑に作用する土圧分布は二次元のランキン土圧とは異なり、軸対称のBeresantsevの解析解にほぼ等しいこと、軸対称の弾

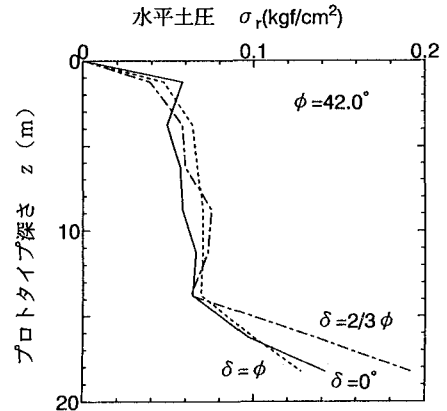


図-5 土圧分布に及ぼす壁面摩擦の影響

塑性FEM解析結果により遠心実験結果を説明できることが明らかにされた。今後、施工プロセスを含め粘性土地盤に対する検討および現場計測事例との比較を行い、現実問題の予測へつなげたい。

謝辞: 本研究を実施するにあたり、貴重な御助言ならびに御指導を頂いた広島大学工学部 日下部 治教授、群馬大学工学部 鶴飼恵三教授に対し謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 藤井利侖・萩原敏行・田口 敦・石橋 貢: 乾燥砂中の深い立坑の遠心模型実験とFEM解析、第47回土木学会年次学術講演会、pp.954-955, 1992.
- 2) 田口 敦・日下部 治・萩原敏行・藤井利侖: 乾燥砂中の深い立坑の土圧に関する遠心模型実験(その1)、第26回土質工学研究発表会、pp.1583-1584, 1991.
- 3) 円形立坑土圧および杭の載荷試験の整理方法についての一考察、西松建設技報、Vol.14, pp.108-116, 1991.
- 4) Kusakabe, O.: Stability of excavations in soft clay, Ph. D. thesis, Cambridge University, 1982.
- 5) Houlsby, G.T. and Wroth, C.P.: Direct solution of plastic problems in soils by the method of Characteristics, Proc. of 4th ICNMG, pp.1059-1071, 1982.
- 6) 土質工学会編: 土質工学ハンドブック(第8章土圧)、pp.265-302、土質工学会、1982.