泥水掘削円形孔壁に周辺荷重がおよぼす影響の研究

中央大学	学生会員	○佐藤	彰尚

- 中央大学研究開発機構 正会員 石井 武司
 - 中央大学 正会員 金澤 伸一
 - 中央大学 正会員 齋藤 邦夫

1.はじめに

場所打杭施工で地表面を掘削する際,地表面には掘削機がある.そういった周辺荷重が泥水掘削円形孔壁の 崩壊にどのような影響を与えるのか検証する.本研究の一連の流れは,SSR-FEM による数値計算と模型実験の 結果を比較することによって,SSR-FEM の有効性を確認し,実地盤を想定した数値計算を行うというものであ る.今回は,模型実験の事前計算を行い,周辺荷重が安全率や内部変形,変位におよぼす影響を検証した.

2.数值計算概要

2.1 SSR-FEM

SSR-FEM は,系全体の安全率を算定するために,せん断強度低減法を有限要素法に組み込んだ手法である. すべり面を仮定せずに,すべり面と系全体の安全率を算定できるという特徴を持ち,複雑な地盤条件や荷重載 荷などの条件に対応できる.

2.2 孔壁のモデル化

解析モデルのメッシュ分割はx軸,y軸方向に徐々に間隔を広 げながら20分割し,z軸方向は等間隔に40分割し,7955要素と した.円形孔モデルと円形孔載荷モデルの平面図はそれぞれ, 図-1(a)と(b)に示す.また,実地盤での掘削では,地盤の崩壊を防 ぐために,口元管は上端部の要素に大きなせん断強度を与える ことで表現した.

2.3 計算条件

計算条件は、比較を行うために、今後行う模型実験のものと一致 させた. 1200mm×1200mmの領域に 1000mmの高さで模型地盤を作 製する. 地盤はクロマイトサンド、を用いて作製しており、自重によ る効果が大きいため、実地盤に換算すると 2000mmとなる. クロマイ トサンドの物性値は表-1 の通りである. 円形孔は領域の中央にくる ように配置し、孔径は 300mmとした. 地下水位は地表面と一致させ ており、初期水位差は 200mmである、また、荷重に関しては円形孔 中心部から 300mmの位置に接地圧 5kN/m²の帯状荷重を載荷した.

3. 数値計算結果

3.1 水位差~安全率関係

図-2 は各モデルにおける,水位差と安全率の関係である.表より, 載荷によって安全率が低下し,非載荷モデルは約 100mm,載荷モデ ルは約 80mm で降伏する.また,斜面安定の目標安全率とされる 1.2 から 1.0 になるまでの過程に注目したところ,載荷モデルでは非載



図-1. 孔壁モデル平面図

衣-1. 計昇枀件		
	項目	条件
71 14 44	孔径(mm)	300
TU 1191X	孔深さ(mm)	1000
体丁冬姓	安定液単位体積重量γ _m (kN/m ³)	10.3
加工木工	初期水位差Δ H(mm)	200
	粘着力c(kN/m²)	0
	内部摩擦角Φ'	32.1
地盤条件	ポアソン比v '	0.3
	飽和単位体積重量γ _{sat} (kN/m ³)	18
	ヤング係数E(kPa)	1800



図-2.水位差と安全率の関係

荷モデルの約半分の水位差変化で降伏に至っている.

3.2 内部ひずみ状態

各孔壁モデルの8面体せん断ひずみをモデルのy-z断面に示した.図-3は非載荷モデル,図-4は載荷モデルである.安全率1.0の状態になる過程を20mmの水位変化で表している.色が黄色くなっている領域はせん断ひずみが大きく,すべり面が形成されている.すべり面は孔壁下部から発生し,水位を低下させることによって,上部へと発達している.また,載荷モデルは荷重による影響が地表面から生じている.水位差20mm低下ごとのひずみ増加は載荷モデルのほうが広域である.

3.3 水位差~孔内変位量関係

非載荷モデルと載荷モデルで孔内変位量の違いを比較した. 図 -5 は水位差と最大孔内変位量をまとめたものである. なお, 図上 の直線は安全率 1.2, 破線は安全率 1.0 を示しており, 青線は非載荷 モデル, 赤線は載荷モデルに対応している. 水位差 200mm~120mm の区間では, 変位に大きな違いは見られないが, 非載荷モデルが安 全率 1.2 を下回ると, 孔内変位量の差は大きくなる.

3.4 水位差~鉛直変位量関係

非載荷モデルと載荷モデルで最大鉛直変位量の違いを比較した. 図-6 は水位差と最大鉛直変位量をまとめたものである.なお,図の 線については図-5 と同様である.水位差 200mmの際から変位の違 いがみられ,鉛直下向きの荷重がかかっている分,載荷モデルの変位 量が大きくなったと考えられる.水位差 200mm~100mm では変位量 は一定の差を保っていたが,載荷モデルの安全率が 1.0 を下回った水 位差 100mm 付近から,変位量の差は大きくなっていき,最終的には 2.0mm の差が生じた.

4.まとめ

本研究より,以下の知見を得た.

1)水位差~安全率の関係より,載荷により安全率は低下し,その低下率は水位差の減少に伴い大きくなる.また, 安全率 1.2 から 1.0 に至る過程では,安全率の低下率は 2 倍になる.

2)内部ひずみ状態より,各モデルが安全率 1.0 に近づく過程での 8 面体せん断ひずみの増加率は,載荷モデルの ほうが大きく,非載荷モデルより広域ですべり面が生じる.

3)水位差~孔内水平変位関係より,非載荷モデルが安全率1.2を下回った際に孔内変位量の差は大きくなり,5mm~1.5mm 程度の変位差が生じる.

4)水位差~鉛直変位量関係より,鉛直変位量は水位差 200mm~100mmの間は約 0.5mmの変位差を保つが,非載 荷モデルが安全率 1.0 を下回るに伴い変位差は大きくなる.

5)載荷モデルは非載荷モデルと比較して,大きい水位差で崩壊が生じ,水位差が減少するにつれて,崩壊領域, 各変位量の差は大きくなる.

今後は,事前解析の結果を元に模型実験を実施し,比較検討した後に実地盤を対象にした数値解析を行う. <参考文献>1)木幡 義一(2011):泥水掘削円形孔壁の安定性に関する研究.

2) 鵜飼 恵三(2003): はじめて学ぶ有限要素法.



図-6. 水位差-鉛直変位量