

地下水对明挖车站的影响分析

陈登开¹ 宋宏倬²

1. 南昌轨道交通集团有限公司, 江西 南昌 330013

2. 大连海事大学交通运输系, 辽宁 大连 116026

[摘要]在富水地区的基坑施工中,受丰富地下水的影响,土壤中水的渗流作用对基坑的影响是不可忽视的。文中以南昌市李巷站基坑工程为依托,利用 abaqus 有限元软件对地下水渗流作用下的基坑进行数值模拟,分析了在渗流作用影响下基地连墙水平位移及基坑周边地表沉降的变化规律,从而为基坑施工过程的安全性及稳定性提供指导。

[关键词]基坑施工;渗流作用;数值模拟;有限元

DOI: 10.33142/aem.v6i8.13254

中图分类号: U231.4

文献标识码: A

Analysis of the Impact of Groundwater on Open-cut Stations

CHEN Dengkai¹, SONG Hongzhuo²

1. Nanchang Rail Transit Group Co., Ltd., Jiangxi, Nanchang, 330013, China

2. Department of Transportation Engineering, Dalian Maritime University, Dalian, Liaoning, 116026, China

Abstract: In the construction of foundation pits in water rich areas, the influence of abundant groundwater on the seepage of water in the soil cannot be ignored. Based on the foundation pit project of Lixiang Station in Nanchang City, this article uses Abaqus finite element software to numerically simulate the foundation pit under the action of groundwater seepage, and analyzes the changes in the horizontal displacement of the diaphragm wall and the surface settlement around the foundation pit under the influence of seepage, which provides guidance for the safety and stability of the foundation pit construction process.

Keywords: excavation construction; seepage action; numerical simulation; finite element method

引言

在地下工程中,渗流作用是一个至关重要且普遍存在的问题,尤其在基坑工程中具有着重要的影响。南昌地区作为一个发展迅速的城市,基坑工程在城市建设中扮演着重要的角色。然而,由于地下水位变化、土壤特性、地下结构等因素的影响,渗流问题可能会对基坑工程产生一系列不良影响。因此,对渗流作用对南昌基坑的影响进行深入分析和研究,不仅有助于科学指导基坑工程设计和施工,而且对城市地下工程建设具有一定的参考价值。本文旨在探讨渗流作用对南昌基坑工程的潜在影响机制和应对措施,进一步提高基坑工程的安全性和可靠性,推动城市建设的持续健康发展。

国内外学者已经对渗流作用对基坑的影响展开了相关的研究,余俊、张志中、郑靖凡等^[1]对水位波动条件下有封底基坑二维渗流场孔压响应进行了解析研究。林志斌、张勃阳等^[2]研究了渗流与蠕变的相互耦合作用对软土基坑开挖的影响。李健、范方方等^[3]依托港珠澳大桥珠海连接线拱北隧道的深基坑工程,针对海域环境中基坑工程的渗流破坏问题,展开了渗流特性研究。豆红强、王浩、谢永宁等^[4]提出了考虑渗流作用的水土压力计算新方法。靳晓光、侯晓鹤等^[5]研究了地下水渗流作用下填土区基坑开挖引起的周围地表沉降估算方法。

1 工程概况

本文以南昌市李巷站基坑为依托,车站位于解放东路与高新大道交叉路口,沿解放东路东西向布置。车站有效站台中心里程为 YDK45+845.407,起点里程为 YDK45+708.207,终点里程为 YDK45+922.207,全长 214m。车站主体基坑长为 76m,基坑净宽为 21.3m,标准段基坑深度为 17.905m。主体围护结构为地连墙+内支撑形式。地连墙厚度为 800mm,高度为 25.5m。竖向设置三层支撑,第一层选用混凝土支撑,截面为 1000mm*800mm 的矩形,支撑间距为 9m,第二、三层选用钢支撑,截面为半径为 400mm 的圆形,支撑间距为 3m。土层由上至下简化为五层,分别为素填土、粉质黏土、圆砾、强分化泥质粉砂岩、中风化泥质粉砂岩。所建基坑土层示意图如下图所示。

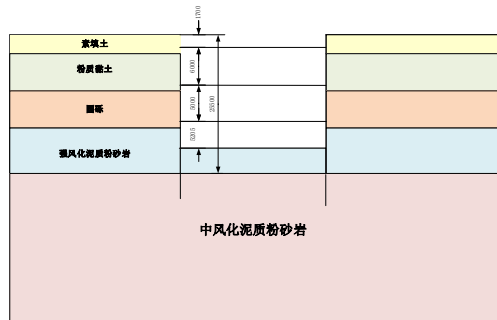


图 1 基坑土层分布图

表 1 模型土体参数设置

土层类型	密度 (KN/m ³)	泊松比	弹性模 量(Pa)	粘聚力 (Pa)	摩擦角
素填土	1970	0.31	2e7	24760	16.1
粉质粘土	1900	0.24	3e7	5e4	35
圆砾	2000	0.25	3.5e8	-	36
强风化泥质粉砂岩	2000	0.25	3.7e9	4e4	25
中风化泥质粉砂岩	2350	0.33	4e9	4e5	40

五层土体参数如下表 1。所建地连墙及内支撑参数如下表 2。

表 2 模型材料参数设置

材料类型	密度 (KN/m ³)	泊松比	弹性模量 (Pa)
混凝土	2400	0.3	3e10
钢筋	7800	0.2	21e10

2 模型建立及参数选取

利用 abaqus 有限元软件对基坑开挖进行模拟，土体模型为 160m*80m*80m 分 4 步开挖，第一步开挖 2.5m，开挖后在距顶端 1.7m 处施加第一层混凝土支撑，第二步开挖至 8.5m，在 7.675m 处施加第二层钢支撑，第三步开挖至 13.5m，在 12.675m 处施加第三层钢支撑，第四步继续开挖至基坑底部。利用生死单元法对施工过程进行模拟，过程包括：(1) 移除衬砌单元，对重力作用下的模型进行试算。(2) 使用 odb 导入法对初始地应力场进行平衡。(3) 移除地连墙处土体单元，并激活地连墙衬砌单元。(4) 按照上述方法进行第一步开挖。(5) 按照上述方法进行第一步开挖。重复以上步骤直至计算结束。由于基坑所处地区属于富水地区，所以存在地下水，按照施工设计说明，将地下水设置在地下 2m 处，各层土渗透系数及孔隙比如下表 3：

表 3 土层渗透性参数设置

土层类型	渗透系数 (cm)	孔隙比
素填土	5.8*10 ⁻⁴	1.5
粉质黏土	1*10 ⁻⁶	1
圆砾	5*10 ⁻⁴	0.67
强风化泥质粉砂岩	5*10 ⁻⁸	0.33
中风化泥质粉砂岩	8*10 ⁻⁸	0.25

所建基坑模型如下图所示：

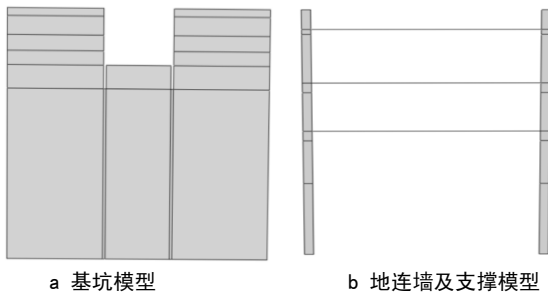


图 2 基坑及衬砌模型

3 模型计算结果及分析

3.1 地连墙水平位移变化规律

为探究施工的进行对地连墙水平位移变化规律的影响，将不同工况下的地连墙水平位移进行对比，对比结果如下图所示：

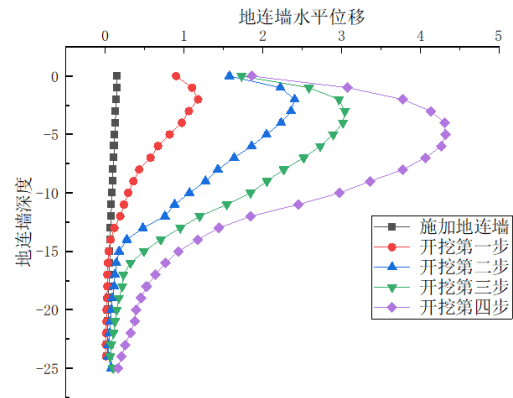


图 3 不同工况地连墙水平位移对比图

由上图所示，在基坑施工的初期阶段，地连墙的水平位移较小，这时土体受到较少的侧向力，并且地连墙的支持结构起到了较好的支撑作用，随着基坑深度的增加，土体受力情况开始发生变化，地连墙水平位移逐渐增大。这是因为土体受到施工挖掘等因素的影响，导致地连墙的受力情况发生变化，在基坑施工的后期阶段，地连墙的水平位移达到最大值。这时土体受力已经相对稳定，地连墙结构受到较大的侧向力作用，导致水平位移增大。水平位移的最大值始终出现在深度 4m 至 6m 之间，在实际施工中应尤其注意对该阶段的监测及防护。

3.2 基坑两侧地表沉降的变化规律

在基坑施工中，除了地连墙水平位移外，基坑周围土体的沉降也是衡量基坑施工安全性的重要指标，因此对施工进行中地表沉降的变化规律进行对比分析，对比结果图如下所示：

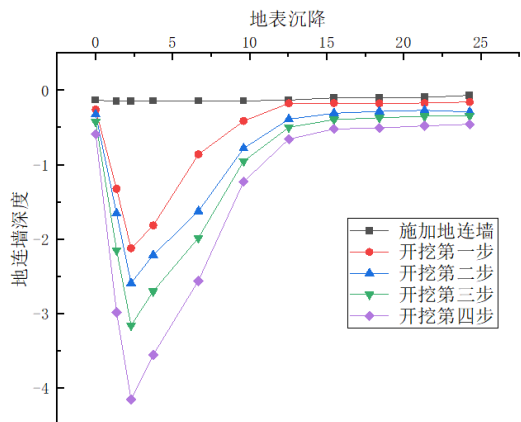


图 4 不同工况地表沉降对比图

如图所示，基坑两侧的地表沉降随着施工的进行不断

增大,地表沉降最大值出现在距基坑 2m 至 3m 之间,在第一步开挖时,土体沉降的增长最为明显,而后随着基坑的开挖,逐渐增长至最大值。最大值为 4.15mm,在施工过程中应更加注意该处的地表沉降检测及控制。由上图所示,不同的工况下地表沉降随基坑距离变化规律并未出现明显的变化,仅是在数值上有所增加,具体变化规律在后文进行进一步的分析。

3.3 渗流作用下地连墙水平位移

模型计算中地下水位设置为 2m,每开挖一层土体后设置两天的排水时间,开挖完成后未考虑渗流作用与考虑渗流作用下的地连墙水平位移对比图如下所示。

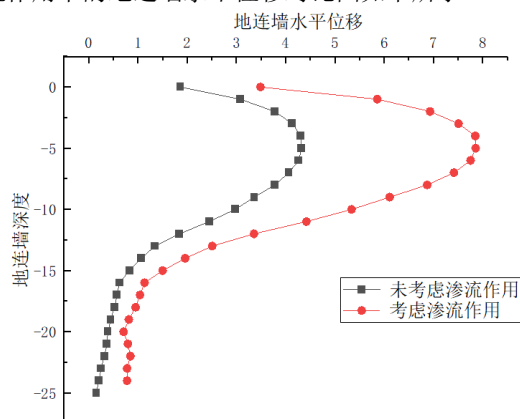


图5 地连墙水平位移对比图

如上图 5 所示,地连墙水平位移随着深度的增加而逐渐增大,并在深度为 5m 时达到最大值(即第一道砼支撑与第二道钢支撑之间),随后开始逐渐减小,在深度增加至嵌入部分后,水平位移趋于稳定。在考虑了渗流作用后地连墙水平位移有明显的增加,水平位移最大值由 4.32mm 增加至 7.86mm,增加了 3.54mm,增加值占原位移的 82%。由此可见渗流作用对于基坑地连墙的影响是不可忽视的,尤其在于富水地区的基坑施工中,考虑地下水渗流作用的影响是必要的。在实际施工之中应加强对地连墙水平位移的检测,在必要情况下可采取施加锚索及增加钢支撑层数等方法控制地连墙位移。

3.4 渗流作用下地表沉降

将考虑渗流作用下的地表沉降与未考虑渗流时的地表沉降进行对比,对比图如图 6 所示为地表沉降随距基坑距离的变化曲线,值得注意的是,地表沉降并未在距基坑最近处达到最大值,而是随着距基坑距离的增加呈现先增大再减少的趋势并在距基坑 15m 后趋于稳定。沉降最大值出现在距基坑 2m 至 3m 之间。在渗流作用下的地表沉降规律与未考虑渗流时基本一致,但地表沉降值有明显的增加,最大值由 4.15mm 增长至 6.47mm,增加了 2.32mm,相比于

原位移增加了 55.9%,在地表沉降趋于稳定后则略有减小。由此可见,基坑对于两侧地表的影响是有一定范围的,而渗流作用对于影响范围内的地表沉降影响较为显著,在实际施工中,应充分考虑渗流的影响,保证施工的安全进行。

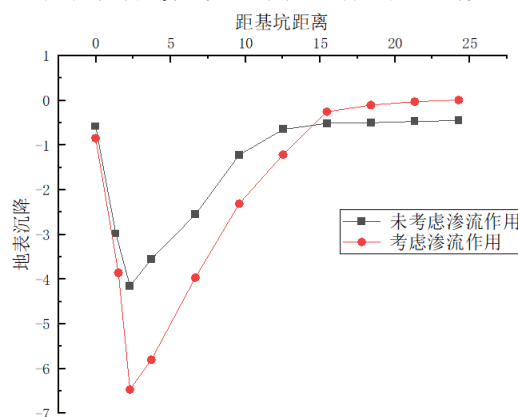


图6 地表沉降对比图

4 结论

本文依托于南昌市李巷站基坑,利用 abaqus 有限元软件建立了基坑模型,并对基坑开挖进行了模拟计算。对模拟基坑增加了 2m 的地下水,计算得到在地下水渗流作用下的基坑地连墙水平位移及基坑两侧地表沉降的变化规律。将受渗流作用下的地连墙水平位移以及地表沉降与未施加渗流时的数据进行对比,得到了渗流作用对基坑开挖的影响规律,以此对实际施工提出一定的指导意见。

【参考文献】

- [1]余俊,张志中,郑靖凡,等.水位波动条件下有封底基坑渗流场孔压解析解[J].岩土力学,2023,44(12):3415-3423.
- [2]林志斌,张勃阳,杨大方.考虑蠕变与渗流作用的软土基坑开挖模拟研究[J].现代隧道技术,2020,57(1):91-98.
- [3]李健,范方方.临海环境基坑渗流特性研究[J].水利水电技术,2019,50(7):202-208.
- [4]豆红强,王浩,谢永宁,等.考虑渗流影响的基坑水-土压力计算简化方法[J].工业建筑,2017,47(12):121-126.
- [5]靳晓光,侯晓鹤,孙志岗,等.富水填土区基坑开挖引起的地表沉降研究[J].重庆交通大学学报(自然科学版),2017,36(7):51-57.

作者简介:陈登开(1980—),男,江西婺源人,2001年毕业于北京交通大学,土木工程专业,本科,高级工程师,现主要从事城市轨道交通建设管理和研究工作。