

基于 Midas GTS 的深基坑施工变形及受力分析

安翼鸿 杨仪凡 赵建军 王洋 秦崧 杨明月

(长春工程学院土木工程学院 吉林长春 130000)

摘要: 基于基坑开挖工程实例,运用 Midas GTS NX 软件,建立一个模型尺寸为 120*60*50 的模型,基坑尺寸为 72*25*17。采用数值分析模拟的方法,基坑分五层开挖,通过模拟得出,基坑坑底隆起变形、壁厚沉降、坑外土体地表沉降、围护结构水平变形的变化规律。然后分析了随基坑施工,土体的壁厚沉降,地连墙的变形情况及变化规律。

关键词: Midas GTS; 深基坑开挖; 基坑支护; 数值模拟

Construction deformation and force analysis of deep foundation pit based on Midas GTS

AN yihong Yang Yifan Zhao Jianjun Wang Yang Qin Song Yang Mingyue

(Changchun Institute of Technology, Jilin 130000, China)

Abstract: Based on the excavation engineering example, Midas GTS NX software was used to establish a model with a model size of 120*60*50 and a pit size of 72*25*17. Using the numerical analysis and simulation method, the foundation pit is excavated in five layers, and the changes of uplift deformation, wall thickness settlement, soil surface settlement and horizontal deformation of the envelope structure of the foundation pit are obtained through simulation. Then, with the construction of the foundation pit, the wall thickness settlement of the soil mass, the deformation and change law of the ground wall were analyzed.

Key words: Midas GTS; deep foundation pit excavation; foundation pit support; Numerical simulation

引言

随着我国城市化飞速发展,城市规模不断扩大,高层、超高层建筑不断兴起,地铁建设的火速发展,地上空间已经不能满足人们的需求,于是人们对地下空间的规划利用意识加强,大幅度的推动了基坑工程的发展。但是基坑工程需因地制宜,且基坑支护的理论远落后于实践,致使在周围建筑物密集、人口稠密的环境下施工,极容易因设计、施工不当造成周边地面沉降而造成工程事故。因此,研究深基坑施工所造成的周围土体变形及基坑支护结构的受力并找出相关规律尤为重要。本文基于长春工程学院大创项目(基于 Midas GTS 的深基坑施工变形及受力)使用 Midas GTS NX 软件模拟深基坑施工,对周围土体以及自身支护结构的影响进行分析,得出变形结果并总结规律。

1 工程简介

拟建工程为某地下停车场,该工程建造地下五层,基坑占地面积 1152 平方米,长度方向为:72m,宽度方向为:25m,开挖深度为 17m,基坑平面整体呈规则的长方形形状。根据现场钻探资料可知该地层自上而下分别为杂填土、粘土、粉砂、中砂、强风化泥岩、中风化泥岩。

2 模型的计算假设

本文重点分析基坑施工对周围土体以及自身支护结构的影响,实际工程情况特别复杂,通过局部处理难以还原工程的真实情况。为有效建立数值模型,本文对所建立的数值模型做出以下假定:

- 1、选用摩尔-库伦模型模拟土体本构,支护结构选用弹性模型;
- 2、土体和结构材料均是均质、连续及各向同性的;
- 3、初始应力只考虑土体的自重;
- 4、各土层是均质水平层状分布;
- 5、基坑支护结构与土体之间符合变形协调原则;

3 计算参数

模型中地层岩土参数如表 3.1 所示

土质类型	弹性模量/MPa	泊松比	重度/(kN·m ⁻³)	凝聚力/kPa	内摩擦角/(°)
杂填土	4	0.3	17	8.5	18.5
粘土	8	0.25	18.9	20.5	10
粉砂	20	0.25	19.5	1	38.5
中砂	50	0.3	19.8	1	40
强风化泥岩	200	0.3	22	25	45
中风化泥岩	1000	0.3	24	27	45

图表 3.1

4 模型的建立

计算模型选取标准范围如下:在 X 方向即东西方向,模型尺寸定为:120m,在 Y 方向即南北方向,模型尺寸定为:60m,在 Z 方向即深度方向,模型尺寸定为:50m,建立的有限元模型。

4.1 边界条件设置

模型 X、Y、Z 三个方向均设置约束,与 X 轴垂直的两个面采用 X 方向的约束,与 Y 轴垂直的两个面采用 Y 方向的约束,模型顶部无约束,即自由面。在设立立柱时,对立柱采用无转动约束。

4.2 施工工况的设置

为使模拟基坑开挖得到的结果更贴合实际情况,在开挖前先使初始应力平衡并进行位移清零设置,之后分步进行基坑开挖并假定支撑,具体工况如下:进行初始应力平衡,并进行位移清零。

- 1.施加地连墙、立柱
- 2.开挖第一层基坑
- 3.架设第一层围檩、第一层混凝土撑
- 4.开挖第二层基坑
- 5.架设第一层钢管撑
- 6.开挖第三层基坑
- 7.架设第二层围檩、第二层混凝土撑
- 8.开挖第四层基坑
- 9.架设第二层钢管撑
- 10.开挖第五层基坑
- 11.架设第三层钢管撑

5 计算结果和分析

通过建立三位模型,经过数据演算、分析得出结果,得出相应云图。提取出由基坑施工使周围土体变形、围护结构变形、支护结构受力的云图,通过对比分析,得出影响的规律。

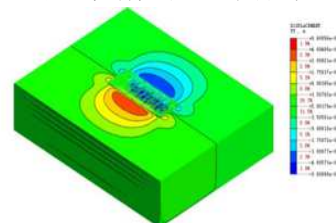


图 1 土体变形 Y 方向

5.1 土体变形

根据 Midas GTS NX 分析计算, 得出开挖至坑底 17m 时, 基坑周围土体的变化云图如图 1 所示。

基坑开挖完成后, 由于坑内土体减少, 围护结构在内外压力差作用下向坑内产生位移, 基坑外土体也向内进行位移, 导致基坑周围土体变形。由图 1 所示, 基坑施工完全后, 周围土体最大位移为 47.1mm。由 Midas GTS NX 后处理结果可知, 在开挖至 3m 时, 周围土体位移 13.8mm; 在开挖至 6m 时, 周围土体位移 20.7mm; 在开挖 9m 时, 周围土体位移 23.1mm; 在开挖至坑底时, 周围土体位移 47.1mm。通过结果对比可知, 开挖深度与周围土体位移有很密切的关系。

5.2 基坑底部隆起变形

根据 Midas GTS NX 软件分析计算, 得出开挖至坑底时, 基坑底部隆起变形云图如图 2 所示。

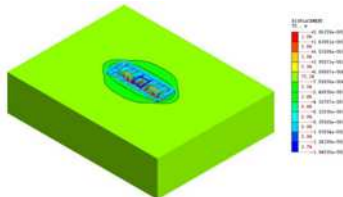


图 2 基坑底部隆起云图

基坑开挖完成后, 基坑的围护结构受压力向坑内变形移动, 造成坑底以下土体收到挤压作业形成坑底回弹。由图 2 所示, 待基坑开挖完成后, 坑底最大隆起 27.2mm。由后处理结果可知, 在开挖至 5m 时, 坑底隆起 9.31mm; 在开挖至 10m 时, 坑底隆起 17.3mm; 在开挖至 17m 时, 坑底隆起达到最大值 27.2mm。通过结果对比显示, 基坑的回弹值与开挖深度有很大关系即开挖深度越深, 基坑回弹值越大。

5.3 围护结构变形

基坑的围护结构是基坑安全的本身, 围护结构变形会引起临近的建筑位移变形, 开裂或损坏。围护结构变形会引起基坑本身的安全, 甚至会造成巨大损失。

基坑坑内土体减少, 应力释放, 在内外压力差作用下向基坑内部位移移动。待基坑开挖完毕后, 围护结构在 X 方向上的最大位移为 43.2mm, 在 Y 方向上的最大位移为 19.75mm。由后处理结果可知, 在开挖深度为 12m 时, 在 X 方向最大位移为 34.7mm, 在 Y 方向最大位移为 6.13mm; 在开挖深度为 15m 时, 在 X 方向最大位移为 38.9mm, 在 Y 方向最大位移为 8.3mm; 故开挖深度越深, 围护结构变形越大。

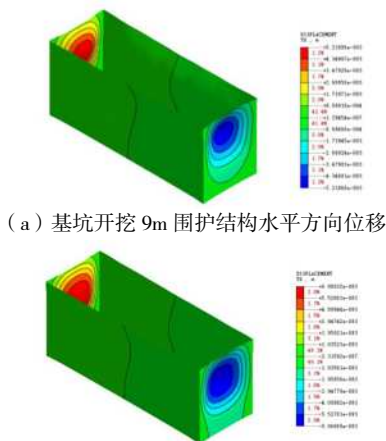


图 3 不同开挖深度, 围护结构的水平位移

6 基坑开挖深度对围护结构变形影响

6.1 基坑开挖不同深度, 围护结构水平方向的变形位移

分别取基坑开挖至 9 米、17 米 两个模型进行对比, 分析其规律如图 3 所示, 当基坑开挖至 9m 时, 围护结构的水平位移为 23.9mm; 当基坑开挖深度至 17 时, 围护结构的水平位移为 43.2mm。由数据显示, 基坑开挖的深度能影响围护结构的水平位移, 基坑开挖深度越大, 围护结构的水平位移越大。

7 对深基坑开挖造成影响的防治措施

7.1 选用合适的深基坑围护结构设计方案

由 Midas GTS NX 数值模拟云图可知, 随基坑施工围护结构会发生形变位移甚至破坏, 因此在实际施工中, 应选用抗弯性能好, 强度高的材料作为围护结构的主要材料, 以避免因围护结构发生位移导致的工程事故。

7.2 对周围土体进行加固措施

随着基坑开挖, 坑内土体减少, 坑内外压力不平衡, 导致坑外土体向坑内位移造成周围建筑物损坏。因此在实际施工中可以采用压密灌浆的放法来加固土体, 先注浆使土体容重增大, 孔隙比减小, 使土体的抗剪强度、抗压强度、压缩模量、提高至原先的几倍到十几倍。使用此加固措施, 可以减少土体的位移, 对基坑周围建筑物的影响降低。

7.3 做好基坑的排水工作

基坑事故的发生多半与水有关, 因此在基坑支护结构施工前, 先降低地下水位, 同时深入调查地下管线的渗透等问题, 保证基坑施工的安全性。在基坑内可设置止水帷幕, 有效防止因基坑内大量降水, 引起基坑外土体的不均匀沉降而导致周围建筑物地倾斜或道路及地下管线设施的开裂甚至破坏。

8 总结

从本文进行理论研究、数值模拟、分析对照等方面对深基坑开挖对周围土体以及围护的影响及受力进行一些总结。通过 Midas GTS NX 的模拟分析详细的介绍了基坑开挖造成的基坑周围土体的位移、基坑坑底土的隆起、围护结构的变形及受力并通过数值分析得到一些相关规律。在本文的最后也简单介绍了深基坑开挖对周围造成影响的一些防止措施。

本文通过研究得出以下结论:

1. 基坑开挖会导致周围土体变形, 且变成程度随基坑开挖深度增加, 待基坑开挖完成后, 周围土体向内位移变形产生最大值。
2. 基坑开挖会形成坑底土回弹, 且回弹程度随基坑开挖深度而增加, 待基坑开挖完成后, 坑底回弹在基坑中心位置出现最大值。
3. 基坑开挖会导致围护结构发生位移变形, 坑内土体减少, 在内外压力差作用下向基坑内部移动, 围护结构的位移会随基坑开挖深度的增加而增大, 待基坑开挖完成后围护结构的位移出现最大值。

参考文献:

[1] 谢秀栋, 刘国斌. 深基坑施工围护结构变形的时间特性研究[J]. 地下空间与工程学报, 2012, 8 (06): 1261-1266

[2] 徐军林. 地铁车站深基坑施工对周边建筑物的影响分析[J]. 城市轨道交通研究, 2011, 14 (06): 71-73+76

[3] 郭利娜, 胡斌, 李方成, 徐海清. 武汉地铁深基坑围护结构钢支撑轴力研究[J]. 地下空间与工程学报, 2013, 9 (06): 1386-1393

[4] 何世秀, 吴刚刚, 朱志政, 等. 深基坑支护设计影响因素的有限元分析[J]. 岩石力学与工程学报, 2005, 24 (增 2): 5478-5484

[5] 李斯海, 张玉军. 深基坑开挖与支护过程的平面有限元模拟[J]. 岩石力学与工程学报, 1999, 18 (3): 342-345

作者简介: 安翼鸿 (2002.01-), 男, 汉族, 吉林省吉林人, 本科在读, 研究方向: 地下结构设计。

注: 学生大创项目; 2022 年吉林省创新训练项目基于 Midas GTS 的深基坑施工变形及受力分析。