

基坑开挖对邻近地铁隧道影响的 Midas GTS 三维数值模拟分析

刘远亮

(广东省建筑科学研究院,广东 广州 510500)

摘要:随着城市地铁工程的高速发展,地面建筑物基坑的施工将必然会对邻近的地铁隧道造成一定的影响,运用 Midas GTS 三维数值模拟计算软件分析基坑开挖对邻近地铁隧道的影响,对地层自重固结、基坑开挖施工的整个过程进行模拟分析,计算的结果与实际监测数据进行对比表明,该方法对实际工程有一定的指导意义。

关键词: Midas GTS; 基坑开挖; 地铁隧道; 三维数值模拟; 影响分析

中图分类号: TU473.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2013)01-0070-03

Midas GTS 3D Numerical Simulation Analysis on Influence of Foundation Pit Excavation to Subway Tunnel/LIU Yuan-liang (Guangdong Provincial Academy of Building Research, Guangzhou Guangdong 510500, China)

Abstract: With the rapid development of urban subway construction, the foundation pit excavation will affect the neighboring existing subway tunnel. This paper analyzes the influence of foundation pit excavation to adjacent subway tunnel with Midas GTS numerical simulation calculation software, makes simulation analysis on the entire process of stratum weight consolidation and foundation pit excavation. The results show that the method has certain directive significance to practical engineering.

Key words: midas GTS; foundation pit excavation; subway tunnel; 3D numerical simulation; influence analysis

0 引言

目前,城市地铁工程进入快速发展时期,地铁线路已逐渐遍布城市地下各处,而地面上的建筑工程,特别是基坑开挖工程,其规模和开挖深度都在不断增加,这势必对邻近的地铁隧道产生一定的影响,而已运营的地铁隧道对自身的变形要求也极为严格,所以很多情况下都需要计算评估基坑开挖对地铁隧道的影响,而三维数值模拟成为该计算领域重要的手段,其应用也逐渐得到推广。

1 Midas GTS 三维数值模拟分析方法

Midas GTS 软件作为韩国浦项集团公司的主打产品之一,主要针对岩土隧道领域的结构分析所需要的功能直接开发的程序,该计算软件具有快速直观的三维建模、快速准确的自动网格生成、专业的岩土分析功能和直观的分析结果等特点,已越来越多地应用到岩土工程领域。

本文将运用 Midas GTS 三维数值模拟方法进行计算评估基坑开挖对地铁隧道的影响,采用的技术路线如下:

(1) 在获得建筑物施工前场地初始地应力场和

地铁区间隧道结构初始受力状态的基础上,进行土体自重固结、基坑开挖施工整个过程的三维动态模拟。

(2) 分析建筑荷载施加过程中地铁区间隧道结构的受力发展过程,确定建筑物施工过程中区间隧道结构的最大应力增量,并计算区间隧道结构的最大受力,分析建筑物施工对地铁区间隧道结构的受力影响,并评估区间隧道结构的安全状态。

(3) 分析建筑荷载施加过程中地铁区间隧道结构的位移发展过程,确定建筑物施工过程中区间隧道结构的最大位移增量,分析建筑物施工对地铁区间隧道结构的受力影响,并评估区间隧道结构的安全状态。

2 工程应用

2.1 工程概况

广州某房地产开发有限公司拟修建的工程项目位于广州市白云区,本项目占地面积 39780 m²,建筑面积 280144 m²,建筑物高度约 200 m;拟设地下室 2~3 层,基坑开挖深度 17.05~18.75 m。

拟开挖基坑周长约 650 m,面积约 25170 m²,开

收稿日期:2012-06-25; 修回日期:2012-12-13

作者简介:刘远亮(1980-),男(汉族),广东人,广东省建筑科学研究院工程师,地质工程专业,博士,从事岩土工程数值模拟计算、岩土力学和工程地质等研究工作,广东省广州市先烈东路 121 号 3 号办公楼 206, liang801014@126.com。

挖深度约 18.85 ~ 19.85 m。基坑周边环境复杂,基坑东北侧邻近地铁出口及风亭等地铁构筑物,基坑距离地铁最近约 10 m。

综合该工程项目紧邻地铁区间隧道、风亭、车站、出入口、深基坑支护结构设计和深基坑施工特点分析认为,若修建该项目,基坑的开挖卸载作用将对其邻近的地铁结构造成一定程度的影响,主要体现在以下 2 个方面:一是基坑开挖所引起的地铁结构的位移增量;二是基坑开挖引起的地铁结构的应力增量。

综上所述,采用 Midas GTS 计算软件,结合工程项目的特点,针对以上 2 个方面的不利影响进行模拟,分析基坑开挖对邻近地铁区间隧道结构的影响。

2.2 三维数值模型的建立

为了真实模拟基坑对邻近地铁区间隧道的影响,需要根据现场实际地形和基坑及地铁隧道的分布三维空间情况建立三维数值模型,然后按照实际施工过程进行从地层土体自重固结、基坑开挖、到建筑物荷载施加的整个过程,建立基坑、地铁隧道以及周边地层分布的三维数值模型,并划分有限元网格,见图 1。基坑连续墙、内撑、立柱、锚杆及地铁隧道结构三维网格模型如图 2 所示。

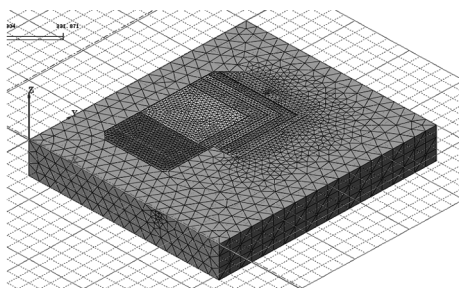


图 1 地层和基坑开挖土体三维网格模型

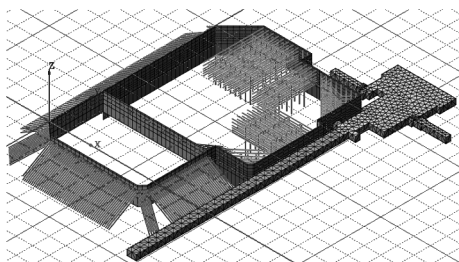


图 2 基坑连续墙、内撑、立柱、锚杆及地铁隧道结构三维网格模型

如图 1 所示,模型尺寸为长 \times 宽 \times 高 = 110 m \times 80 m \times 45 m,其中,隧道直径 6 m,模型沿轴线方向长 65 m,根据圣维南原理,隧洞两侧各延伸 5 倍洞径以避免边界效应,模型共划分 110806 个单元。模型自上而下各土层依次为人工填土、粉粘土、粉砂、

粉质粘土和全风化泥岩,各层厚度依次为 1.5、3.1、1.0、16.5 和 23.9 m。

2.3 计算过程

2.3.1 土体自重作用下的平衡过程模拟

为了获得模型所处环境的初始应力场,需要进行整个模型范围内的土体在自重作用下的固结过程模拟。为此,固定模型左右和下方边界,模型上部边界设为自由端。针对本次分析的范围土体性质,按照工程勘察资料赋予各土层相应的参数,使土体在自重应力作用下平衡,可得到整个模型范围内土体的初始应力场。

2.3.2 基坑开挖过程模拟

随着地层自重固结应力状态稳定后,对地层和地铁隧道结构的位移进行清零,接着利用软件对基坑开挖以及修建连续墙、内撑、立柱的每个工序进行模拟,可以采用修正摩尔-库伦本构模型进行计算出基坑开挖后地铁隧道结构在各个方向产生的位移情况,如图 3 ~ 5 和表 1 所示。

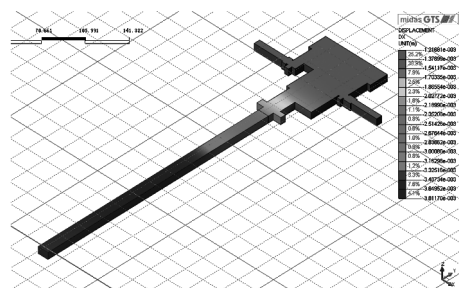


图 3 地铁隧道结构 X 方向位移

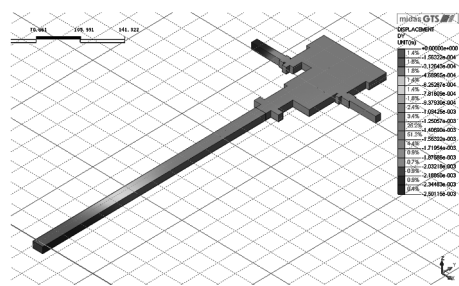


图 4 地铁隧道结构 Y 方向位移

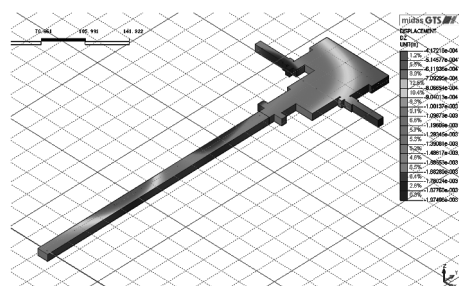


图 5 地铁隧道结构 Z 方向位移

表1 基坑开挖结束后地铁隧道结构各处的最大位移值 /mm

位移方位	区间隧道	风亭	出入口	车站
X	-3.81	-2.02	-1.54	-1.86
Y	-1.25	-1.56	-2.50	-1.40
Z	-1.78	-1.68	-1.97	-1.58
水平总位移	3.89	2.65	2.93	2.37

从计算结果可以得出以下结论:

(1)在基坑开挖的过程中,土体开挖卸荷作用对邻近地铁隧道结构的位移影响表现为:地铁结构的变形以水平变形为主,竖向变形较小。基坑开挖过程中,各结构水平变形方向为朝向基坑;开挖至基坑底部时,各地铁结构变形量达到最大值。地铁区间隧道和车站主体结构在基坑开挖卸荷作用下的竖向位移表现为沉降,风亭和出入口结构竖向变形表现为轻微隆起。

(2)在不同开挖工况下,开挖卸荷对地铁隧道结构影响较大,拆撑和换撑施工对基坑围护结构影响较大,地铁隧道结构产生的位移随着开挖深度的增加而增大。

(3)基坑施工造成紧邻地铁隧道结构靠近基坑侧的土压力发生水平侧向卸载和竖向卸载,导致地铁隧道结构朝基坑内发生一定程度的水平侧向位移和竖向变形,隧道结构位移以水平侧向位移为主。基坑开挖所导致的地铁隧道的最大水平侧向位移为3.81 mm,竖向最大沉降量为1.97 mm,最大总变形为3.89 mm,地铁隧道结构的最大变形量可控制在5 mm以内,属于安全范围内。

综上所述,可认为基坑开挖会造成邻近地铁隧道结构发生一定程度的水平侧向位移和竖向位移,

并将造成紧邻地铁结构的受力状态发生一定程度的改变,但整体位移量较小,在正常施工条件下,该工程项目基坑开挖不会危及邻近地铁的安全运行。

3 结语

基坑开挖会造成邻近地铁区间隧道结构发生一定程度的水平侧向位移和竖向位移,预计地铁区间隧道结构的最大变形量可控制在10 mm以内,属于安全范围。在施工组织和施工方案均正常合理的情况下,修建上盖建筑物将不会造成紧邻地铁区间隧道的受力状态发生明显改变,且其结构的受力状态处于较低水平,不危及地铁区间隧道和地铁车站的结构安全。结果表明,运用Midas GTS数值模拟计算软件进行分析建筑物施工对邻近地铁隧道的影响,并用修正摩尔-库伦本构模型进行三维模拟计算,所得的结果与实测数据对比,比较符合实际,对实际工程有一定的指导意义。

参考文献:

- [1] 陈福全,汪金卫,刘毓胤. 基坑开挖时邻近桩基性状的数值分析[J]. 岩土力学,2008,29(7):1971-1976.
- [2] JGJ 120-99,建筑基坑支护技术规程[S].
- [3] 沈健,李耀良,王建华. 深基坑开挖对邻近高架基础影响的三维数值分析[J]. 地下空间与工程学报,2005,1(4):518-521.
- [4] 万顺,莫海鸿,陈俊生. 深基坑开挖对邻近建筑物影响数值分析[J]. 合肥工业大学学报(自然科学版),2009,32(10):1530-1533.
- [5] 王卫东,沈健,翁其平,等. 基坑工程对邻近地铁隧道影响的分析与对策[J]. 岩土工程学报,2006,28(S1):1340-1345.
- [6] 王建华,吴厚信,周宏益,等. 紧邻地铁基坑支护工程设计[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(11):71-75.

河南深部岩盐钻探纪录刷新,最深钻孔达3286 m

《中国矿业报》消息(2012-12-27) 从河南省地矿局获悉,由该局第一地质环境调查院完成的“大口径深部岩盐钻探技术研究”项目顺利通过专家组的成果鉴定,新技术最深钻孔已达3286 m,岩心采取率达95%,刷新了河南省深部岩盐取心的钻探纪录。

据介绍,大口径深部岩盐钻探技术原理是利用合理的钻井结构设计和匹配的钻探设备,通过特制泥浆及取心技术,把地下深部的岩心连续、完整地取出,为研究地下矿产提供最直接最真实的物证。

据了解,以往的深部岩盐取心钻探采用常规的岩心钻探设备,很难达到设计孔深和地质的目的。该院首次采用大型

水井钻机钻进,匹配相应的泥浆泵、固控设施等配套设备,并采用塔式钻铤加压方法,有效地预防了钻孔的倾斜度;通过研究地层岩性、压力和泥浆关系原理,制定出了泥浆的配料、配合比及调浆方法等,形成了一套较为完善的施工工艺和技术方法,保证了孔身安全和盐心采取率;通过调节合适的泥浆泵的泵量和泵压,成功地加长了岩心管的长度,一次性取心长度24 m,创造了省内乃至国内最长记录。

专家组认为,该成果所总结的深部岩盐钻探新工艺和新技术在岩盐钻井深度方面具有创新性,具有广泛的推广价值,达到了同类研究的国内先进水平。