

某连廊工程施工对既有地铁结构变形的数值模拟研究

Numerical Simulation Research on the Deformation of Existing Subway Structures During the Construction of a Corridor Project

唐丽

Li Tang

中铁上海工程局集团第五工程有限公司 中国·广西南宁 530000

China Railway Shanghai Engineering Bureau Group Fifth Engineering Co., Ltd., Nanning, Guangxi, 530000, China

摘要: 在既有运营地铁周边施工, 不可避免会引起地铁结构的变形, 论文以地铁出入口旁某连廊工程为例, 通过 Midas/GTS 软件进行有限元模拟计算, 计算出不同工况下的地铁出入口的各向最大变形。根据最大变形值, 为不同工况施工时提供安全方面的建议。

Abstract: Construction around the existing operating subway inevitably leads to deformation of the subway structure. This paper takes a corridor project near the subway entrance and exit as an example, and uses Midas/GTS software to conduct finite element simulation calculations to calculate the maximum deformation of the subway entrance and exit under different working conditions. Provide safety recommendations for construction under different working conditions based on the maximum deformation value.

关键词: 连廊工程; 地铁结构变形; 数值模拟

Keywords: corridor engineering; deformation of subway structures; numerical simulation

DOI: 10.12346/etr.v6i1.8945

1 引言

随着城市地下空间的不断发展, 越来越多的新建地下工程紧邻既有地铁施工, 而紧邻地铁周边施工不可避免造成地铁结构变形。

目前, 国内外学者大多临近既有地铁施工的数值模拟研究较多, 程郭坤^[1]以紧邻某地铁区间隧道的深基坑工程为例, 利用 Midas GTS NX 软件对基坑开挖过程中临近地铁隧道的变形进行三维模拟仿真, 分析基坑开挖过程对周边地表沉降、围护结构水平、竖向变形规律以及对既有地铁隧道衬砌结构的变形影响。胡军^[2]对某建成地铁换乘车站近邻高楼基坑施工采用数值模拟, 分析分步开挖基坑对既有地铁车站结构的影响。游晓寒^[3]采用 MIDAS-GTS 系统对工程实际案例分析, 建立三维有限元评估模型, 进行数值模拟分析。余双池运用 Midas GTS/NX 有限元软件对新凤中路上穿道基坑分别采用几种不同的基坑开挖工法进行了数值模拟。王立新采用数值模拟手段对西安地铁 5 号线车站基坑临近区间隧

道和车站施工进行数值模拟, 分析不同净距状态下新建基坑开挖引起的地表位移、新建基坑结构位移及既有结构位移。张祁使用有限元软件 PLAXIS 3D 进行数值模拟, 评估基坑工程对地铁结构安全性的影响。陈涛采用 PLAXIS 3D 有限元数值模拟分析法, 建立了三维空间实体模型, 对邻近地铁结构的基坑施工过程进行模拟, 分析计算地铁车站主体结构、隧道管片的位移, 以此来研究基坑施工对邻近既有地铁结构变形的影响。胡云龙采用 MIDAS-GTS 有限元软件建立三维数值分析模型, 对基坑施工的全过程进行动态模拟, 研究了基坑采用止水帷幕、支护桩和咬合桩结构施工时基坑围护结构与地铁结构变形的相互关系。张保存以天津西站南广场基坑工程为例, 研究天津地区地铁近接工程施工对既有地铁结构的影响。采用 Plaxis 对南广场基坑开挖过程进行了模拟。王春辉采用 ANSYS 软件进行数值模拟, 对几种常见的临近既有地铁结构的施工工况下变形规律进行了总结分析。余晓琳选取广州农贸园工程为例, 采用有限元分析方法对其

【作者简介】唐丽 (1985-), 女, 中国云南楚雄人, 本科, 助理工程师, 从事工程资料和试验研究。

进行三维数值模拟，通过与实测数据对比，分析得出一些能对今后类似工程起到一定借鉴作用的结论。

采用有限元分析方法进行数值模拟，对不同施工工况进行模拟，得出各种工况下的地铁结构变形值，为实际施工提供安全方面的建议，是一种研究解决实际问题的方向。

2 工程概况

项目为江南万达广场与地铁 2 号线亭洪路站 C 出入口的地铁连廊工程。地铁 2 号线亭洪路站 C 号出入口与江南万达广场 A1 号楼外挑地下室负一层的地下通道，通道中轴线长度约 69m，地铁连廊工程基坑支护方案为桩加内支撑方案，基坑最大宽度 18.9m，最小宽度 9.8m，基坑开挖深度 9.2~11.4m，地铁连廊与 C 号出入口平行的基坑边距离地铁车站主体结构净距约 4.6m，围护桩间净距约 3m。

C 号出入口为地下一层，出入口靠近连廊侧设有一出地面垂直电梯，电梯通道与出入口整体合建，出入口及垂直电梯通道结构顶板厚度 0.6m，底板厚度 0.6m，侧墙厚度 0.6m，垂直电梯通道与出入口通道间设混凝土隔墙，垂直电梯地下垂直井道为钢筋混凝土井壁，出地面段为钢结构框架，玻璃幕墙装饰，出入口出地面段均采用 U 型敞口断面，顶盖为装配式钢结构，外铝铝板、玻璃幕墙和石材装饰。出入口有连通室外的消防进水管、废水排水管、通信管、信号管及照明电力管等。

3 地铁结构变形的数值模拟

根据工程水文地质资料及地形状况，采用 Midas/GTS 软件进行场地地层有限元模型的建立。单元网格尺寸设定在 1~6m，并对特殊部位对网格进行细化，针对复杂地层土分布，尽可能模拟真实的地层土的分布规律和力学特征，将局部小区域材土层料归一化处理时，考虑数值分析的偏于安全的要求，土层选用力学性能低下的材料。

本工程范围内的岩土层主要为素填土①、粉质粘土②层、圆砾层、泥岩、粉砂质泥岩层，结构侧墙主要位于粉质粘土②层。具体模型的物理力学参数如表 1 所示。

按照地铁连廊工程和地铁 2 号线亭洪路站附属 C 出入口结构工程设计资料，根据研究目标，选取计算模型，模型尺寸为 200m×120m×40m，共划分 121660 个单元，72115 个节点。

假定附属结构与周边地层已处于稳定状态，在此基础上

模拟污水管线迁改及地铁连廊基坑的开挖作业、主体回筑及结构侧墙破除门洞，分析该作业对邻近的附属结构变形的影响。选取该分析过程典型工况如下：

- ①工况一：初始状态；
- ②工况二：污水管迁改沟槽开挖、沟槽埋设污水管线施工；
- ③工况三：回填管线基坑，施工围护桩及旋喷桩；
- ④工况四：地铁连廊基坑开挖、支撑架设；
- ⑤工况五：地铁结构侧墙洞门破除。

3.1 污水管迁改沟槽开挖施工

污水管线沟槽开挖后，附属 C 号出入口结构在 Z 向最大变形为 0.6mm，如图 1 所示。

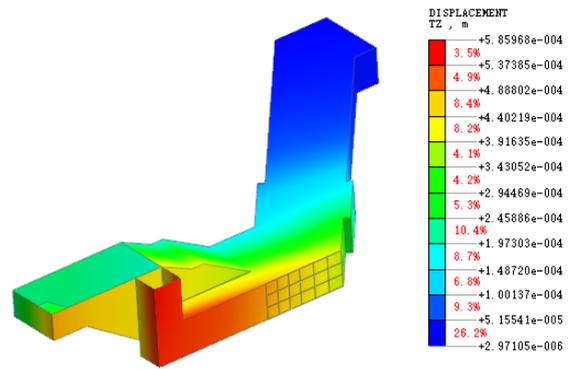


图 1 施工后 C 号出入口 Z 向变形

3.2 围护桩和旋喷桩施工

围护桩及旋喷桩施工后，附属 C 号出入口结构在 Y 向最大变形为 0.2mm，如图 2 所示。

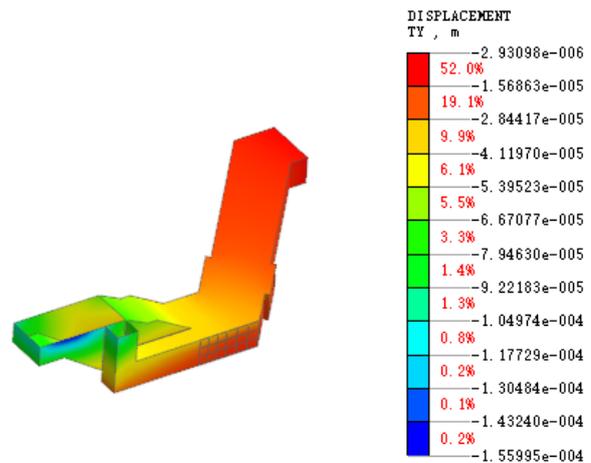


图 2 施工后 C 号出入口 Y 向变形

表 1 岩土层物理力学参数表

土层名称	重度 (kN/m ³)	粘聚力 (kPa)	摩擦角 (°)	弹性模量 E (MPa)	泊松比	侧压力系数	本构
素填土①	18.5	8	6	8000	0.3	0.5	摩尔库伦
粉质粘土②	19.6	33.4	12.2	11000	0.28	0.4	摩尔库伦
圆砾⑤	21.5	0	35	16000	0.25	0.35	摩尔库伦
粉砂质泥岩⑦	21.5	40	24	16500	0.23	0.3	摩尔库伦

3.3 地铁连廊基坑开挖施工

基坑开挖到底后, 附属 C 号出入口结构在 Z 向最大变形为 4.1mm, 如图 3 所示。

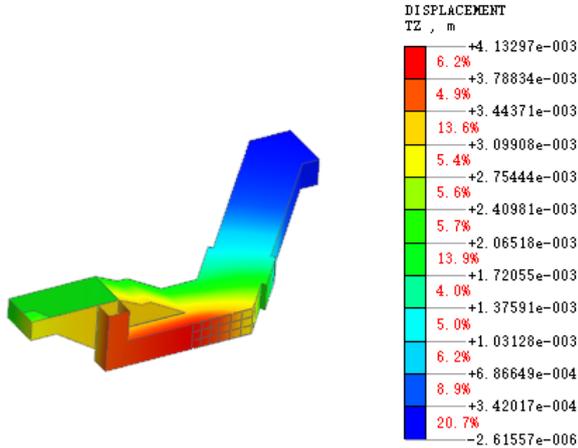


图 3 施工后 C 号出入口 Z 向变形

3.4 地铁结构侧墙洞门破除

主体结构回筑、结构侧墙破除洞门、第一道支撑拆除及顶板覆土回填施工后, 附属 C 号出入口结构在 Z 向最大变形为 4.2mm, 如图 4 所示。

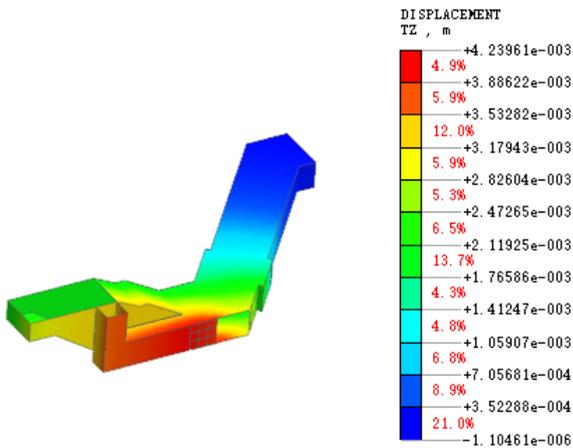


图 4 施工后 C 号出入口 Z 向变形

各工况下 C 号出入口的最大变形量如表 2 所示。

表 2 各工况下 C 号出入口的最大变形

施工工况	C 号出入口 X 向变形 /mm	C 号出入口 Y 向变形 /mm	C 号出入口 Z 向变形 /mm
初始状态	0	0	0
污水管线迁改开挖施工	0.1	0.1	0.6
围护桩和旋喷桩施工	0.1	0.2	1
连廊基坑开挖施工	0.5	1.2	4.1
地铁结构侧墙洞门破除	0.4	1.3	4.2

通过以上计算分析后可以得到:

①污水管线迁改开挖施工, 对附属 C 号出入口变形影响较小, 施工开挖引起的附属 C 号出入口向上隆起变形最大约为 0.6mm。

②连廊基坑开挖施工, 对附属 C 号出入口变形影响较大, 施工开挖施工引起的附属 C 号出入口向上隆起变形最大约为 4.1mm, 向基坑方向偏移变形为 1.2mm。

4 结语

以江南万达广场与地铁 2 号线亭洪路站 C 出入口的地铁连廊工程为例, 采用有限元数值模拟可计算出不同工况下的地铁结构变形值, 当污水管线迁改开挖施工, 对附属 C 号出入口变形影响较小, 施工开挖施工引起的附属 C 号出入口向上隆起约为 0.6mm, 连廊基坑开挖施工, 对附属 C 号出入口变形影响较大, 施工开挖施工引起的附属 C 号出入口向上隆起最大约为 4.1mm, 向基坑方向偏移变形为 1.2mm, 连廊基坑开挖施工时需做好安全措施。

参考文献

- [1] 郭琳, 赖荫楠. 基坑开挖对既有地铁隧道的安全评估分析[J]. 土工基础, 2023, 37(5): 773-777.
- [2] 胡军. 近邻地铁车站深基坑施工对车站结构影响分析[J]. 铁道建筑技术, 2021(12): 160-164.
- [3] 游晓寒. 基坑开挖对周边既有地铁结构影响的安全评估研究[J]. 工程技术研究, 2021, 6(3): 184-185.