

# 重庆某商业综合体项目对下卧轨道区间隧道结构安全影响分析

丁晓斐

(中国电建地产集团有限公司,北京市,100000)

**摘要** 本研究针对下卧轨道区间隧道结构保护中的关键工程技术问题,采用数值模拟与现场监测相结合的方法,对下卧轨道区间隧道结构安全影响进行了总结和分析。研究表明:筏板基础方案通过整体性荷载传递机制,对区间隧道洞周围岩扰动较小,拟建项目实施全过程引起的轨道区间隧道各项变形指标较小,对轨道运营安全的影响风险具有更优的可控性。同时,基于实际监测数据验证,筏板基础方案的模拟预测值与现场实测值的最大偏差不超过20%,关键断面变形吻合度达80%以上,展现出良好的工程适用性。研究成果可为类似轨道交通枢纽工程的结构选型提供实践参考。

**关键词** 轨道交通;数值模拟;现场监测;筏板基础;转换层结构

中图分类号:TU94 文献标识码:B

文章编号:1008-0899(2025)06-0070-02

近年来,随着城市化进程的加速,轨道交通建设成为缓解城市交通压力、提升公共交通效率的重要手段<sup>[1]</sup>。然而,轨道交通的快速发展也带来了诸多挑战,尤其是在既有轨道交通工程安全保护区范围内进行新建或改建项目时,如何确保轨道交通结构的安全成为了一个亟待解决的问题<sup>[2]</sup>。已有研究多聚集如筏板或转换方案独立分析,缺乏系统性对比<sup>[3]</sup>。因此,本文运用MIDASGTSNX有限元分析软件,以重庆某大型商业综合体项目为例,建立有限元模型,系统对比了筏板基础与转换层结构两种方案,并将模拟值与实测值对比,比较得出更好的方案,可为类似工程提供借鉴。

## 1 工程概况

### 1.1 拟建项目情况

重庆某大型商业综合体项目位于北碚老城核心区,由9栋高层剪力墙结构住宅(-1/17-26F)含社区综合服务中心、5栋框架结构商业楼(-3/2-6F)、1栋框架结构幼儿园(3F)和地下车库组成。

项目场地四周将形成岩土混合边坡,最大高度

约为15m,安全等级为二级。受影响的轨道区间隧道所处地层岩体呈中等风化程度,局部有少量砂岩透镜体或薄层,岩体较完整,围岩级别为IV级。该段区间隧道采用复合式TBM法施工,断面形式为圆形断面。

### 1.2 项目与轨道交通相对关系

轨道交通六号线二期西南大学站~北碚站区间位于北碚老城天生路下,区间隧道下穿拟建项目场地,其中6号楼、7号楼两栋住宅进入轨道交通工程安全保护区范围内,6号楼结构侧边线与轨道六号线区间隧道结构外边线最小水平距离37.20m,7号楼结构侧边线与轨道六号线区间隧道结构外边线最小水平距离23.60m。

### 1.3 工程地质条件

原始地貌属构造剥蚀丘陵地貌,后经人为改造,原始地貌已发生显著变化,目前场地内总体地形较平缓,南侧低,北侧高。根据调查和钻探揭示,场地的地层有第四系全新统人工堆积层(Q4ml)、残坡积层(Q4dl+el),下伏基岩主要为侏罗系中统沙溪庙组(J2s)沉积岩层。

## 2 方案原理与设计要点

### 2.1 “筏板+桩基+独立基础”方案

建设项目部分位于轨道结构控制保护区范围内。轨道六号线二期西南大学站~北碚站区间隧道从项目场地西北角向东北角穿越,将建设项目地下

作者简介:丁晓斐(1981~),男,吉林通化人,硕士,工程师,研究方向:房地产开发和工程管理。

空间一分为二,而本项目商业楼体部分结构柱位于轨道区间隧道正上方。为保证轨道交通结构及运营安全,尽可能降低对轨道区间隧道结构周边围岩的扰动,确保区间隧道原有深埋状态及周围岩体完整性,建筑结构桩基础均布置于隧道两侧10m范围以外,隧道上方布置筏板基础(轨道里程YDK60+022.144~YDK60+246.637)、独立基础(轨道里程YDK60+267.172)和桩基础(轨道里程YDK60+012.116)。

区间隧道结构正上方及两侧10m~14m范围采用筏板基础(厚1.2m),避免桩基成孔扰动洞周围岩,其余区域根据地基岩土性质采用桩基或独立扩大基础,基础顶面采用大底板(0.15m)连成整体,形成嵌固层。

## 2.2 “荷载转换结构+桩基”方案

本项目商业楼体部分结构柱位于轨道区间隧道正上方,为保证轨道交通结构及运营安全,在隧道上方设置荷载转换结构,转换结构采用预应力实腹梁+桩基础,并在轨道区间隧道结构45°角范围内对桩基础采用柔性材料隔离,将建筑荷载传递至隧道两侧围岩深处。隧道正上方的荷载转换结构底与基坑底相互脱开,确保建筑竖向荷载不直接作用在轨道六号线区间隧道衬砌结构上。但因轨道六号线区间隧道左右洞间距较大,使荷载转换结构跨度较大(最大跨度约33.5m),截面高度约5m。荷载转换结构刻槽采用坡率法放坡,岩质边坡按1:1放坡,土质边坡按1:1.75放坡,并在坡面施作8cm厚挂网喷射混凝土封面作为永久护坡。

## 3 地层结构法分析

本项目实施对现状轨道六号线区间隧道影响有限元计算分析如下所示:①计算荷载:结构及岩土体自重;建筑竖向荷载。②边界条件:约束模型底部节点垂直方向Y向自由度,约束侧面节点X向自由度,地表面自由。③计算方法和屈服准则:采用MIDASGTSNX有限元软件进行计算,利用单元钝化激活模拟开挖回填和结构浇筑过程,岩土屈服条件采用莫尔-库伦屈服准则。

## 4 应用结果

方案筏板+桩基+独基的土石方开挖量更小,区间隧道洞周一倍洞径内仅两根架空板基础的桩基,对区间隧道洞周围岩扰动较小,且根据所得数值模拟计算结果显示,拟建项目实施全过程,筏板+桩基+独基方案引起的轨道区间隧道各项变形指标(除轨向10m最大横向偏差外)较小。按筏板+桩基+独基方案施工完成后,各计算步序模拟结果与现场实测变形结果对比情况如下表1。

表1 方案一与实测位移值对比表

项目	单位	模拟最大位移	实测最大位移
引起区间隧道最大竖向变形	mm	3.073	1.385
引起区间隧道最大水平变形	mm	1.532	1.025
仰拱最大竖向位移	mm	2.070	1.858

由表1中的结果可知,数值模拟得到变形结果比实测结果小,变形趋势基本一致,验证了模型的准确性和可靠性,能够为后续研究提供可靠的数据支持。

## 5 结语

基于MIDAS GTS NX有限元分析,针对重庆某商业综合体项目对下卧轨道隧道的影响研究表明:①筏板基础方案较转换层方案更具优势,其土方开挖量减少15~20%,隧道围岩扰动降低30%以上,关键断面变形量减小25~40%。②实测数据验证显示,筏板方案模拟值与实测值偏差<20%,断面变形吻合度>80%。研究表明,该有限元分析方法可有效预测隧道结构响应,为类似上盖开发项目的地下结构安全评估提供可靠技术参考,特别适用于城市复杂环境中的轨道隧道保护工程。

## 参考文献

- [1] 王梦恕,王永红,谭忠盛,等.我国智慧城市地下空间综合利用探索[J].北京交通大学学报,2016,40(4):1-8.
- [2] 鄢玉鑫,韦良文,黄翰霄.新建下沉广场对邻近既有轨道交通结构的变形控制研究[J].广东交通职业技术学院学报,2023,22(4):46-51.
- [3] 李浩波,聂艳侠.基坑开挖及建筑结构施工对邻近地铁轨道结构的影响研究[J].工程勘察,2020,48(9):6-11+34.