

文章编号: 1674—8247(2018)06—0056—04

与运营高速铁路并行长大深基坑工程设计

李 宁 丁兆峰 李井元 吴沛沛

(中铁二院工程集团有限责任公司, 成都 610031)

摘 要:文章针对并行既有高速铁路长大深基坑的支护、降水问题,以红光大道犀浦双铁站前下穿隧道深基坑工程为例,研究了基坑施工过程中基坑自身变形及对邻近高速铁路桥墩变形的影响。为降低基坑工程降水及开挖施工对既有线的扰动,提出了卵石土富水地层中采用单侧咬合桩加钢管内支撑的基坑支护,基坑外采用单侧降水的工程措施方案。该方案在施工过程中有效地控制了基坑开挖对高速铁路桥墩的影响,确保了高速铁路运营安全,可供类似工程参考。

关键词:高速铁路; 长大深基坑; 咬合桩; 单侧降水

中图分类号:TU463

文献标志码:A

Design of Large Deep Foundation Pit in Parallel with Existing High-speed Railway

LI Ning DING Zhaofeng LI Jingyuan WU Peipei

(China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd., Chengdu 610031, China)

Abstract: Aiming at the supporting and dewatering problems of large deep foundation pit in parallel with existing high-speed railway, this paper, taking the deep foundation pit engineering of underpass tunnel in front of shared Xipu Station by metro and high-speed on Hongguang Avenue as an example, studies the deformation of the foundation pit and its influence on the deformation of the piers of adjacent high speed railway during the construction of foundation pit. In order to reduce the disturbance of dewatering in foundation pit engineering and excavation construction to existing line, it is proposed that the unilateral secant pile with steel pipe internal support is adopted in water-rich gravel soil stratum and the unilateral dewatering outside foundation pit. The scheme effectively controls the influence of foundation pit excavation on High-speed railway piers in the construction process and ensures the operation safety of high-speed railway, which can be used as a reference for similar projects.

Key words: high-speed railway; large deep foundation pit; secant pile; unilateral dewatering

随着我国高速铁路路网的逐步完善以及城市化进程的不断加快,市政地下通道与高速铁路相交叉、干扰的情况越来越多,距离越来越近。高速铁路的无砟轨道对于沉降变形极其敏感。在既有高速铁路旁开挖深基坑时,如何在基坑工程降水、开挖过程中确保既有高

速铁路的运营安全,是设计施工中必须考虑的问题。本文依托红光大道犀浦双铁站前下穿隧道基坑工程,针对本项目与成灌高速铁路长距离并行,距离近的特点,提出了一种在富水砂土地层条件下临近既有高速铁路时安全合理的基坑支护、开挖、降水工程设计

收稿日期:2017-11-27

作者简介:李宁(1984-),男,高级工程师。

引文格式:李宁,丁兆峰,李井元,等. 与运营高铁并行长大深基坑工程设计[J]. 高速铁路技术,2018,9(6):56-59.

LI Ning, DING Zhaofeng, LI Jingyuan, et al. Design of Large Deep Foundation Pit in Parallel with Existing High-Speed Railway [J]. High Speed Railway Technology, 2018, 9(6): 56-59.

方案。

1 工程概况

1.1 工程概况

犀浦双铁站前下穿隧道是成都市郫县红光大道道路改造的控制工程。隧道布置为两孔 12.7 m 框架,双向 6 车道,设计速度 60 km/h。基坑采用明挖施工,全长 1.7 km,与成灌高速铁路并行,基坑净宽 28.5 ~ 29.3 m,基坑暗埋段一般开挖深度 12.5 m,最大开挖深度 14.0 m(集水井处)。工程平面布置如图 1 所示,代表性断面如图 2 所示。

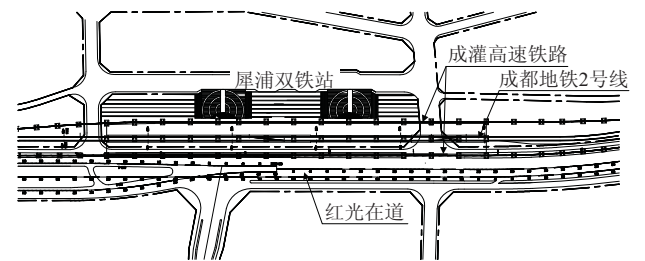


图 1 平面布置图

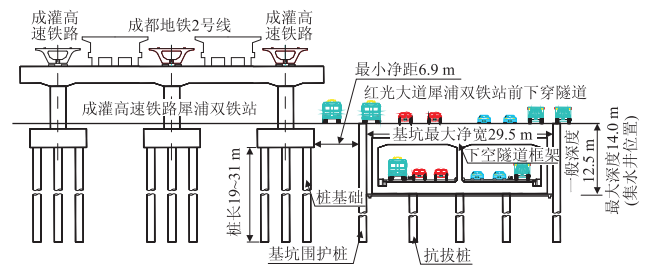


图 2 代表性断面图

1.2 地质及水文情况

项目所在地区为成都平原冰水 - 流水堆积地貌,地势平坦、开阔,段内上覆第四系全新统人工填土,上更新统冰水 - 流水堆积层,卵石含量 60% ~ 70%,并夹有 5% ~ 10% 的漂石,地层的物理力学参数如表 1 所示。

表 1 地层物理力学参数表

岩土名称	重度 γ /(kN/m ³)	粘聚力 C /kPa	内摩擦角 φ /°		侧摩阻力 q_{ik} /kPa
			降水前	降水后	
1-1 人工填土	18.0	-	-	-	-
2-1 粉质粘土	19.0	18	12	15	45
2-2 卵石土	20.0	0	38	40	120
2-3 卵石土	21.0	0	40	45	170
3-3 卵石土	21.5	0	45	50	210

项目范围内卵石层具赋水条件,受大气降水及地表水补给,水量丰富,地下水水位埋深较浅,枯水期为

3.10 m,洪水期为 1.56 m。

1.3 既有线概况

成灌高速铁路于 2015 年 5 月开通,线路起于成都站,于本项目范围沿红光大道设犀浦双铁站,终至青城山站。基坑工程并行段成灌高速铁路均采用高架桥通过,涉及桥墩共 131 个,桥墩采用群桩基础,桩基均采用摩擦桩。成灌高速铁路采用无砟轨道型式,沉降控制标准 15 mm,项目段原设计沉降评估报告预测沉降值为 3.626 mm,观测点目前观测沉降值为 2.646 mm,且线路在架梁后半年铺设轨道板时,已通过轨道板基座调整平顺。

2 沉降机理分析

本项目实施的最大风险在于基坑开挖降水过程,对抗外土体产生扰动而导致的既有运营高速铁路桥梁桩基沉降^[1-2]。根据项目工程地质情况,分析其沉降机理包括:

(1) 基坑开挖工程中,围护结构受土压力影响在基坑内侧产生水平位移,卸荷作用使坑外土体水平应力减小,侧摩阻力及内摩擦角均有所降低,导致桩身受

力减小,桩端受力增大,使桩底土层压缩变形增大^[3]。

(2) 基坑降水过程中,由于水动作用,卵石土层中细小颗粒会沿卵石间的空隙流动,并在抽水井处与地下水一并被抽走,造成颗粒流失,使卵石土层沉降

3 基坑围护及降水方案

与既有高速铁路桥墩立体相交的基坑工程,一般采用旋喷桩逐墩加固或注浆隔离的方式^[6],加固墩身周围土体,降低基坑开挖降水造成的影响,但由于本项目基坑与成灌高速铁路墩身净距仅 6.9 m,并行长度达 1.7 km,上述方法无法确保本项目的可实施性和经济性。

根据沉降机理分析结果,本项目基坑设计^[7-8]采用单侧钢筋混凝土钻孔咬合桩的基坑支护结合基坑单侧降水的设计方案,基坑内部采用多道横向钢支撑,控制基坑变形。

3.1 咬合桩止水

基坑靠成灌高速铁路侧采用 C30 钢筋混凝土钻孔灌注桩(A 桩)与 C30 素混凝土钻孔灌注桩(B 桩)

咬合形成止水连续墙。咬合桩间距 1.0 m, 桩径 1.2 m, 咬合 20 cm。咬合桩采用全套管冲抓取土施工, 施工顺序为: B1→B2→A1→B3→A2→B4→A3(如图 3 所示, 并以此类推)。其中 A 桩采用普通混凝土, B 桩采用超缓凝混凝土浇筑, 其初凝时间不小于 60 h, 施工中采用液压搓管切割 B 桩后, 浇筑 A 桩形成咬合。咬合桩施工前可设置月牙型导墙, 以控制桩位及垂直度, 确保咬合质量。

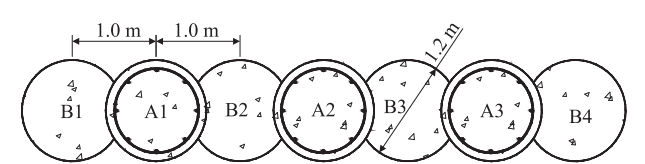


图 3 咬合桩平面布置示意图

3.2 基坑围护方案

基坑远离成灌高速铁路侧采用 C30 钢筋混凝土钻孔灌注桩进行基坑临时围护, 钻孔灌注桩间距 2.0 m, 桩径 1.2 m, 与对侧咬合桩形成联合受力结构, 两侧钻孔桩顶均设置冠梁, 冠梁宽 1.4 m, 高 0.8 m。基坑内部根据深度设置 1~4 道钢管支撑, 钢管支撑直径 609 mm, 壁厚 16 mm, 水平布置间距 4 m, 竖向间距 3.0~4.0 m。围护结构断面如图 4 所示。基坑横向布置 1~2 道格构柱, 格构柱横向间距 12 m, 纵向间距 8 m, 交错布置, 格构柱基础可兼作抗拔桩。每级钢管支撑与开挖地面距离支撑 0.5 m 时安装当级支撑, 并于 24 h 内按要求施加预应力。

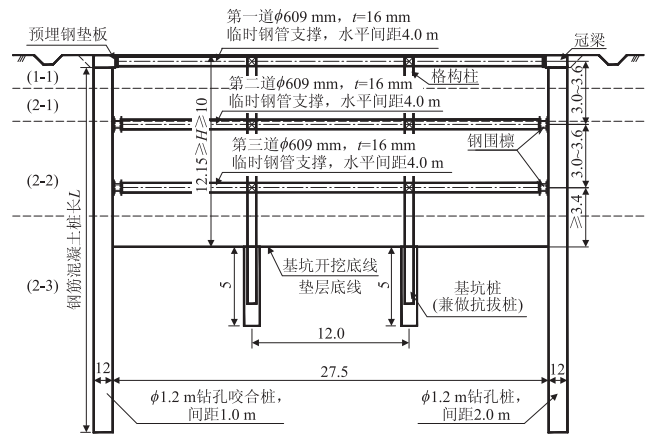


图 4 基坑围护结构断面示意图(m)

3.3 降水方案

基坑靠成灌高速铁路侧距离堑顶外 2~5 m 设置管井降水, 降水井间距 10 m, 深度大于基坑开挖深度不小于 8.0 m, 降水深度至基坑底 0.5 m。基坑远离成灌高速铁路侧堑顶 2~3 m 设置回灌保护管井, 回灌井间距 20 m, 深度 6 m, (如图 5 所示)。并根据地下水监

测情况及时回灌。管井及泵底均设置反滤措施, 避免造成降水过程中土层中的砂土流失。

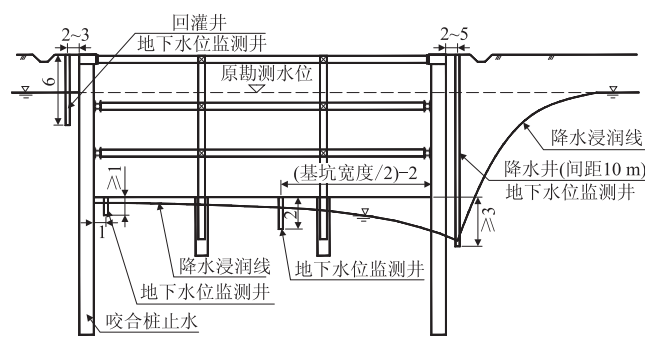


图 5 基坑降水示意图(m)

采用基坑单侧降水方案与基坑两侧设置帷幕坑内降水方案相比更为经济。

4 沉降控制效果

4.1 沉降理论计算

在上述基坑支护措施下, 理论上已避免沉降机理分析中 2、3 条所述原因对桩基础造成的沉降, 而机理分析 1 中所述的桩侧摩阻力、内摩擦角损失幅度难以量化, 因此桩基沉降计算中, 根据基坑变形计算结果, 忽略咬合桩桩后土体沉降影响范围的土体内摩擦角作用。

选取 26 号~28 号典型桥墩进行沉降计算, 计算结果如表 2 所示。

表 2 典型墩基底沉降值

项目		群桩沉降量/mm	地基压缩量/mm	总沉降量/mm
26 号墩	成灌线施工图阶段	1.7	11.9	13.6
	本项目实施后	1.7	13.7	15.4
	差值	0	1.8	1.8
27 号墩	成灌线施工图阶段	6.3	16	22.3
	本项目实施后	6.3	18.1	24.4
	差值	0	2.1	2.1
28 号墩	成灌线施工图阶段	2.2	24.9	27.1
	本项目实施后	2.2	26.6	28.8
	差值	0	1.7	1.7

根据群桩基础沉降发生的原理, 当桩基布置及承台顶外力未发生变化时, 影响群桩基础基底变形的因素为桩基穿过土层的内摩擦角和桩底持力层的压缩模量。本项目沉降主要由桩底地基压缩产生。计算本工程实施后预计增加的沉降为 2 mm, 增加值在可控范围内。

4.2 沉降监测结果

施工中重点对基坑支护结构内力变形、坑外地面沉降、桥墩沉降变形、轨道变形、地下水位等进行监测。

基坑工程实施期间,成灌高速铁路侧地下水位与周边水位变幅小于 0.5 m,且未发生高速铁路桥墩沉降预警。典型墩沉降监测曲线如图 6 所示,从图中可以看出:

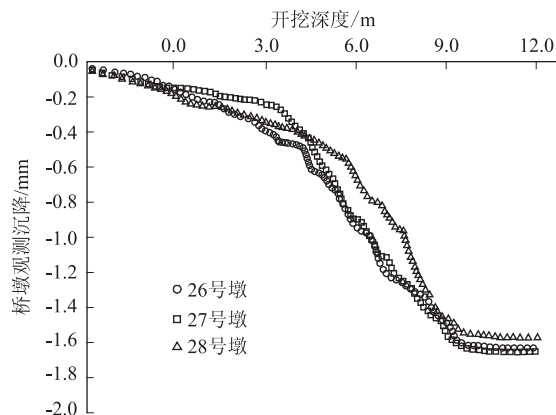


图 6 典型墩沉降监测曲线

(1)成灌高速铁路桥墩的竖向沉降量随着基坑开挖深度增加而增大,最大沉降约 1.7 mm。

(2)基坑开挖前,钻孔桩施工以及基坑降水等作业对桥墩产生了一定扰动,但桥墩沉降量控制在 0.15 mm 左右。

(3)基坑开挖至 5 m 后,桥墩沉降速率有所增加,当开挖至 9 m 深度后,沉降速率呈减缓趋势。

(4)随着第三道横撑施加以及基坑底的约束作用,桥墩沉降量逐渐收敛,并控制在 1.7 mm 左右,小于预测值。

5 结束语

本文根据犀浦双铁站前下穿隧道基坑的施工及监测数据情况,结合方案分析、理论计算,得出如下结论:

(1)钻孔灌注桩结合横向钢管支撑的基坑支护体系,有效限制了基坑横向变形,降低了基坑开挖卸荷载对高速铁路桥墩侧摩阻力及变形的影响。

(2)在富水卵石土地层中,采用的咬合桩止水集合回灌井有效减弱了基坑降水对临近既有高速铁路侧水位变化的影响。

(3)上述支护与降水措施相结合有效避免了基坑开挖对既有高速铁路桥墩产生不利扰动。

(4)采用基坑单侧降水与基坑两侧设置帷幕坑内降水方案相比更为经济。

参考文献:

- [1] 钱建固,周聪睿,顾剑波. 基坑开挖诱发周围土体水平移动的解析解[J]. 岩土力学, 2016,37 (12): 3380-3386.
QIAN Jiangu, ZHOU Congrui, GU Jianbo. Analytical Solution for Excavation-Induced Soil Horizontal Movement [J]. Rock and Soil Mechanics, 2016, 37 (12): 3380-3386.
- [2] 吴意谦,朱彦鹏. 潜水地区基坑降水诱发地面沉降的一种改进算法[J]. 浙江大学学报(工学版), 2016,50 (11): 2188-2197.
WU Yiqian, ZHU Yanpeng. Improved Calculation of Settlement Due to Dewatering of Foundation Pits in Phreatic Aquifer [J]. Journal of Zhejiang University (Engineering Science), 2016, 50 (11): 2188-2197.
- [3] 郭俊杰. 基坑开挖卸荷影响下桩土相互作用特性研究[D]. 上海: 上海交通大学, 2014.
WU Junjie. Pile-soil Interaction Behavior during the Surrounding Soil Unloading [D]. Shanghai: Shanghai Jiao Tong University, 2014.
- [4] 王军. 深基坑开挖对邻近高铁桥墩的影响分析[J]. 铁道勘察, 2010,36(4): 77-79.
WANG Jun. Analysis on Influence of Deep Pits upon Adjacent Piers of High Speed Railway Bridge [J]. Railway Investigation and Surveying, 2010,36 (4): 77-79.
- [5] 童建军. 成都地区卵石地层深基坑设计关键技术研究[D]. 成都: 西南交通大学, 2008.
TONG Jianjun. Research on the Key Design Technologies for the Deep Foundation Pit in Cobble Stratum In Chengdu Area [D]. Chengdu: Southwest Jiaotong University, 2008.
- [6] 左亚飞. 新建公路工程下穿既有高速铁路桥梁影响的研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2016.
ZUO Yafei. Research on the Influence of New Highway Undercrossing Existing High-speed Railway Bridge [D]. Beijing: Beijing Jiaotong University, 2016.
- [7] JGJ 120-2012 建筑基坑支护技术规程[S].
JGJ 120-2012 Technical Specification for Retaining and Protection of Building Foundation Excavation[S].
- [8] 刘国彬,王卫东. 基坑工程手册(第二版)[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2009.
LIU Guobin, WANG Weidong. Manual For Foundation Pit Engineering (2nd Ed) [M]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2009.

(编辑:刘会娟 张红英)