

道路和河渠工程施工对轨道交通高架桥桩基的影响分析

时真

[上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司浙江分公司, 浙江 杭州 310006]

摘要: 随着现代社会城市建设的迅猛发展,城市轨道交通高架桥桩基周围建设项目越来越复杂,因此周围施工对高架桥桩基的影响分析越来越重要。以义乌市柯村至国贸大道道路改造工程和柯村渠系连通工程施工对金义东市域轨道交通工程官塘停车场出入线的影响工程实例。采用 MIDAS GTS 进行有限元数值分析,以研究河渠工程施工前、中、后期轨道交通高架桥的桩基及位移和沉降变化。模型计算结果表明,道路和河渠工程施工会造成周围桩基产生位移和沉降,且影响结果随着二者水平投影增大而减小。可为义乌地区其他临近轨道交通高架桥桩基建设项目提供有益的参考。

关键词: 道路;河渠;轨道交通;桩基;数值分析

中图分类号: U455

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2024)06-0135-03

0 引言

现代社会城市轨道交通建设发展迅猛,城市轨道交通高架桥与城市道路、河渠的交汇已不可避免,道路和河渠施工将会引起附近的高架桥桩基土层损失和周边土体应力重分布^[1],引起桩周土体承载力损失。工程施工也会引起土体位移导致桩基产生弯矩和变形,从而对桩基的正常使用产生安全风险,因而对道路和河渠施工对附近的轨道交通高架桥桩基的影响分析有着相当重要的现实意义^[2]。

1 工程概况

本项目位于义乌市稠江街道柯村,根据勘察报告,场地土层由上自下分布为:①₁₋₂素填土(Q_4^{ml})、②₃₋₂粉质黏土(Q_4^{al+pl})、⑥₁₋₂强风化泥质粉砂岩(K_{2j})、⑥₁₋₃中风化泥质粉砂岩(K_{2j});地下水水位埋深为 0.60~4.30 m,地下水位埋深和变化幅度受季节和大气降水的影响,动态变化大,水位变幅一般在 1.0~2.0 m;场地内特殊性岩土为浅部填土及风化基岩,表层有素填土,回填土零星分布,厚度不大。场地强风化层局部缺失,分布区厚度较稳定,但有一定的差异风化,中等风化基岩顶面起伏不大。

项目临近义乌市国贸大道快速路和柯村渠系,其中已有的金义东轨道交通官塘停车场出入线高架桥桥墩垫石采用 C50 混凝土,墩身为 C40 混凝土,承台、桩基、扩大基础均为 C35 混凝土。⑨桥墩承台尺寸为 7.1 m×7.6 m×2 m,承台下梅花形布置 5 根 $\phi 1000$ 钻孔桩,单根桩长 9.5 m,桩底位于⑥₁₋₃层;⑩桥墩承台尺寸为 6.2 m×7.1 m×2 m,承台下矩形布置 6 根 $\phi 1000$ 钻孔桩,单根桩长 11.0 m,桩底位于⑥₁₋₃层。

道路工程路基宽 7.1 m,采用 4 cm 细沥青+6 cm 中粗沥青+30 cm 水稳碎石构成,距离⑨墩桩基承台 4.6 m。根据工程开挖的影响范围,参考既有的勘察设计经验和实际工程情况,基坑开挖工程施工影响范围为基坑深度外径 1~3 倍,计算模型宽 60 m×高 20 m(土层高度),道路工程与高架桥剖面关系见图 1。

河道工程采用 C20 混凝土挡墙,底部宽度 2.4 m,顶部 0.8 m,净高 3.6 m,河道底板厚 0.3 m,采用 1:1 放坡施工,坡底距离⑩墩桩基承台 5.4 m。计算模型宽 80 m×高 20 m(土层高度),河道工程与高架桥剖面关系见图 2。

2 道路与河道工程施工数值分析

2.1 有限元分析模型

依据勘察资料中地层特性及埋深,工程采用修正 Mohr-Coulomb 模型^[3],通过 MIDAS GTS 进行计算。

收稿日期: 2023-05-30

作者简介: 时真(1990—),男,本科,工程师,从事城市轨道交通结构方面相关设计咨询研究工作。

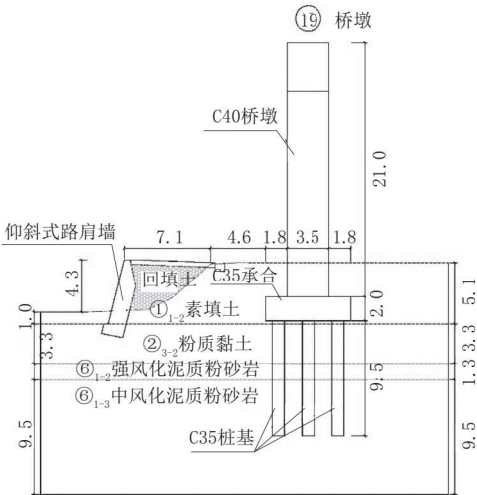


图1 道路工程与高架桥①9桩基剖面关系图(单位:m)

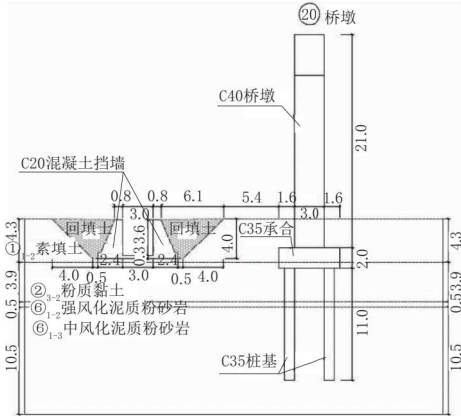


图2 河道工程与高架桥②0桩基剖面关系图(单位:m)
地勘土体参数见表1。

表1 地勘土体参数表

编号	厚度/m		压缩模量/ MPa	泊松比 μ	$\gamma/$ ($\text{kN}\cdot\text{m}^{-3}$)	c/kPa	$\varphi/(^\circ)$
	①9	②0					
① ₁₋₂	5.1	4.3	5.0*	0.30*	19.0*	5*	10*
② ₃₋₂	3.3	3.9	8.24	0.34	19.3	32.87	15.15
⑥ ₁₋₂	1.3	0.5	15*	0.29	20.3*	30*	25*
⑥ ₁₋₃	10.3	11.3	>50*	0.25	24.7	50*	35*

注:带*内为参考值。

模型土层由上自下分布为:①₁₋₂素填土、②₃₋₂粉质黏土、⑥₁₋₂强风化泥质粉砂岩、⑥₁₋₃中风化泥质粉砂岩。模型顶部自由,底部固定,侧向水平固定。用实体单元模拟已建的桥墩、承台和桩基和新建的路基(含宕渣,路面)、河道挡墙等。该项目二维计算结果见图3、图4,该项目三维模型尺寸为长350m×宽50m×高20m(土层高度),见图5。

2.2 模型计算

细化分析道路和河渠施工的各个步骤对轨道交通高架桥桩基的影响。第1步:高架桩施工,且将位移清零;第2步:道路和河渠周围的放坡施工;第3步:道路的水稳和河渠的挡墙结构施工;第4步:道

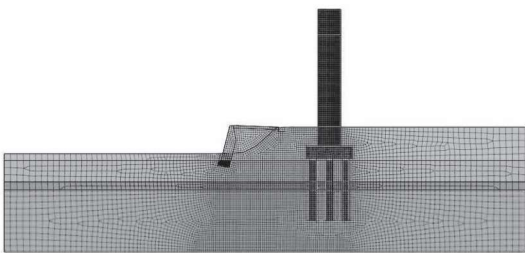


图3 高架桥①9桩基二维模型图

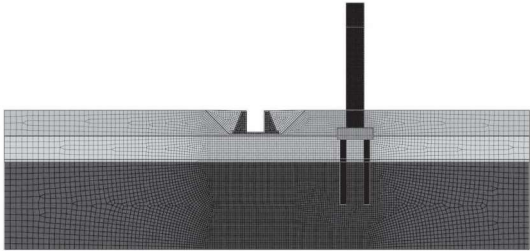


图4 高架桥②0桩基二维模型图



图5 高架桥①8~②3桩基三维模型图

路的垫层和河渠挡墙的两侧回填施工;第5步:道路和河渠周围的覆土及荷载的恢复。

2.3 数值计算结果

通过上述计算的结果,本项目道路和河渠施工对轨道交通高架桥桩基的影响效果比较小,施工导致的区间桩基的整体位移见图6、图7,基坑施工引起的车站和区间桩基的位移的计算值都比轨道结构的变形规范控制值15.0mm要小。

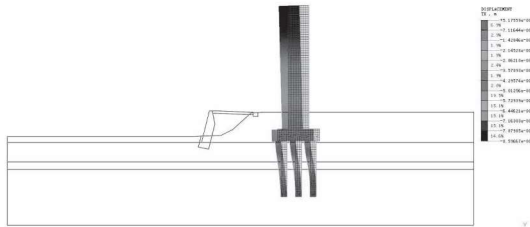


图6 高架桥①9桩基位移云图

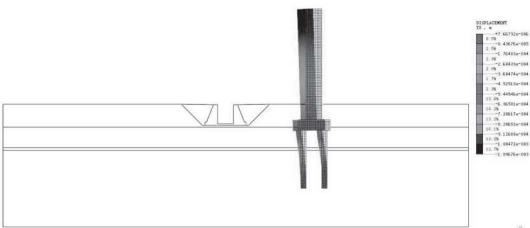


图7 高架桥②0桩基位移云图

经计算,①⁹桩基和②⁰桩基最大水平位移、沉降及限值见表2。

表2 计算结果及规范限值表

部位	桥墩编号		地铁设计 规范(GB 50157— 2013)	铁路桥涵 设计规范 (TB10002— 2017)	城市轨道交通结 构安全保护技术 规程(DB33/T 1139—2018)
	① ⁹	② ⁰			
位移 /mm	+2.01	+2.88	20	24	15
沉降 /mm	-0.18	-0.25	—	20	15
沉降差 /mm	0.07		—	10	13

注:位移向施工方向为正,反之为负;沉降向上为正,反之为负。

根据上述的模型计算结果,道路和河渠施工对高架桥的桩基的影响都满足安全要求。

3 结 论

在工程的施工过程中,通过严密的即时监测,对高架桥墩柱、承台、桩基和地表等进行监测,并根据监测结果及时修正施工进度和施工工艺,可使保护对象各项数据指标整体可控^[4]。

以柯村至国贸大道道路改造工程和柯村渠系连通工程施工对金义东市域轨道交通工程官塘停车场出入线的影响工程分析为例,通过 MIDAS GTS 的有限元二维和三维模型进行数据分析^[5],得到如下结论:

(1)工程施工影响因素包括基坑的形状、土层特

效和周边环境等,在类似类型的工程中,保护对象不同部位的变形值存在着一定的轻微差异^[6]。

(2)本文结果也指出,在各施工步骤,受到土的变形传递效应作用,官塘出入场线高架桥结构均产生相应的的水平位移与沉降现场,控制标准数值均大于变形值。

(3)为保证工程施工期间官塘出入场线高架桥结构和行车运营在的安全,在当前的结构状态基础上,通过统筹变形控制数值和即时检测数值,通过采用相关的手段可以控制基坑施工对既有高架桥桥墩基础的影响,保证轨道交通结构安全^[7]。

参考文献:

[1] 王立峰.盾构施工对桩基的影响及桩基近邻度划分[J].岩土力学, 2014(10):319-320.
[2] 张国亮.基于有限元计算的新建道路下穿既有轨道交通高架桥安全风险[J].交通世界, 2021(23):4-8.
[3] 张杰.高铁盾构隧道施工对邻近桩基影响数值分析[J].城市道桥与防洪, 2022(3):164-167.
[4] 刘庆晨,宋昭煌,李秀峰.基坑开挖对邻近地铁高架线路的影响及保护研究[J].结构工程师, 2016, 32(6):162-170.
[5] 张汝捷,张涛,胡东东.基坑开挖对邻近既有地铁隧道的影响研究[J].安徽建筑, 2021, 28(2):108-110.
[6] 罗小松,徐涛,张良友,等.地下通道基坑开挖对邻近地铁高架桥梁桥墩桩基变形影响分析[J].科学技术创新, 2019(23):114-115.
[7] 黄文彬. 基坑开挖对邻近地铁高架影响的变形计算与监测分析[J]. 广东土木与建筑, 2021, 28(12):46-50.

(上接第 130 页)

线安全性。

5 结 语

昆仑桥的扩建,受老桥桥塔和桥梁两端交叉口的影响,路线设计时受限因素较多,但通过方案的比选与优化,实现了新老桥梁的完美融合。然而,双 S 型曲线的路线线形,使得路线的安全性评价成为设计的关键节点之一。

昆仑桥路线安全性评价,综合考虑城市道路与公路对路线安全性评价的要求,着眼于工程实际情况,以运行速度为基础,通过运行速度协调性、设计

速度和运行速度协调性、行车视距和弯道行驶舒适性等指标与标准的分析评价,确保了工程的安全可靠。

参考文献:

[1] CJJ 193—2012(2016 版),城市道路路线设计规范[S].
[2] JTG D20—2017,公路路线设计规范[S].
[3] JTG B05—2015,公路项目安全性评价规范[S].
[4] 张邢磊,付保明.基于灰色理论的高速公路线形连续性研究[J].公路, 2015(6):11-14.
[5] 陈俊彦,基于运行速度的高速公路线形安全评价研究[J].道路工程, 2015(8):59-61.