

地铁特级影响区域内城市高架桥施工技术研究

邓冲 毛蕾 杨培松 边东强 黄家弟
 中建新疆建工(集团)有限公司 乌鲁木齐 830000

摘要: 城市交通网作为城市发展的动脉,对城市的重要性不言而喻,占据城市交通网半壁的地铁及城市高架桥尤为重要,但随着交通网的逐步发展,地铁与高架桥在建设过程中经常出现并行、交叉等现象。当高架桥施工作业处于地铁特级影响区域时,必然会对现状地铁结构安全及使用造成影响。本文主要对地铁特级影响区域内高架桥整体施工工艺的可行性、安全性进行技术研究。

关键词: 高架桥桩;承台;钢箱梁;地铁车站

1 项目概况

1.1 工程概况

沅东新城沅明路高架(阿房宫收费站-沅东界)工程项目西起新西宝高速阿房宫收费站(不含收费站广场),东侧以地面式快速路顺接西三环石桥互通立交,规划道路等级为城市快速路,规划红线标准段宽度为70m。

主线高架桥为M线与地面辅道为MD线共线且长度均为2800m,高架设计速度80km/h,标准段宽度25m;高架桥整体走向与现状地铁5号线平行,其中对地铁结构影响最大为阿房宫南车站(本文以地铁结构该位置为研究对象),该车站位于昆明路和经二十五路交叉路口,沿昆明路东西向敷设。车站长度546.1m,车站标准段宽度22.7-26.7m,换乘节点处宽度28.9-29.3m。

1.2 分项工程与现状地铁位置关系

(1) 桩基:通过与地铁单位提供图纸进行核对,进行桩位复核,本项目主线M13#墩以东桩基位于地铁50m保护区范围内。涉及地铁保护区范围桩基311根,离地铁结构最近3.21m,位于地铁特级影响范围内桩基60根。(桩基施工过程对现状地铁结构影响较大,通过建立三维模型分析施工对地铁结构的影响)。

(2) 承台:地铁保护区内承台56个承台,其中昆左线12个,主线44个,离地铁结构最近2.59m(承台)及2.03m(桥台)。地铁特级影响范围内承台11个。

(3) 现浇箱梁:主线第6-13联、第16-18联施工区域部分在地铁50m保护区范围内。其中第8-13联满堂支架位于地铁结构正上方。

(4) 钢箱梁:本项目第14和15联为钢箱梁,均在地铁50m保护区范围内,第14联跨越地铁5号线阿房宫南两个地下出入口通道,第15联钢箱梁边线距地铁5号线结构边线约4m。(第14联钢箱梁吊装对地铁5号线阿房宫南

车站结构影响最大,本文以该段钢箱梁吊装施工为例进行施工荷载计算)

2 地铁结构安全性评价

项目施工前通过岩土工程有限元软件分析施工对现状地铁结构影响。建立三维模型模拟本项目与地铁结构的动态施工。

2.1 模型建立

对本项目支护桩及地铁结构均采用各向同性线弹性板单元模拟,弹性模量及板厚按照实际图纸为准。当模拟桥桩施工影响时,用侧向压力模拟泥浆护壁。模拟地铁施工对高架影响时(后期规划地铁12号线将下穿高架桥),采用 embedded 桩单元模拟本项目桥桩,摩阻力及端阻力按照地勘报告输入。对土体的模拟,采用典的硬化土体本构。剪切硬化用于模拟主偏量加载带来的不可逆应变,压缩硬化用于模拟固结仪加载和各向同性加载中主压缩带来的不可逆塑性应变。这两种类型的硬化都包括在当前的模型之中。

2.2 数值模拟可靠性

参考西安地铁类似基坑工程,采用有限元软件 Midas GTS NX 数值模拟结果与现场监测变形数据吻合度较高,结果可靠。

2.3 桥梁施工对地铁结构变形影响

(1) 模型建立

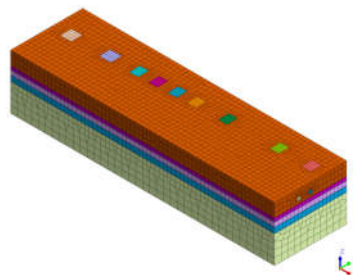


图1 三维计算模型

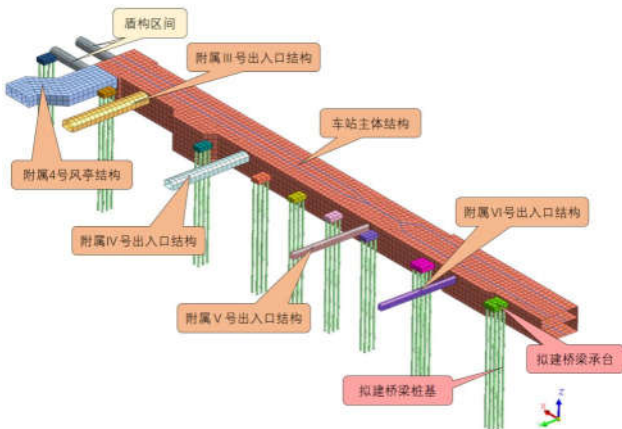


图2 三维模型建(构)筑物相对位置关系图

(2) 计算步骤

S0 (初始阶段: 模型位移清零, 初始应力状态) → S1 (桥桩施工) → S2 (承台基坑开挖) → S3 (桥梁承台立柱结构施工及基坑回填) → S4 (桥梁上部结构: 通过在满堂支架区域范围内施加荷载模拟) → S5 (桥梁使用阶段: 对立柱施加桥梁使用阶段荷载模拟)。

注: 本文以桥桩施工阶段为例进行安全性分析

(3) 计算结果

① 初始模型计算结果

首先对数值计算分析模型进行初始分析, 分析结果位移清零后续分析只考虑项目实施对隧道围隧道结构变形产生的影响。

② 项目各实施阶段数值计算结果(本论文以桥桩施工阶段为例作说明)

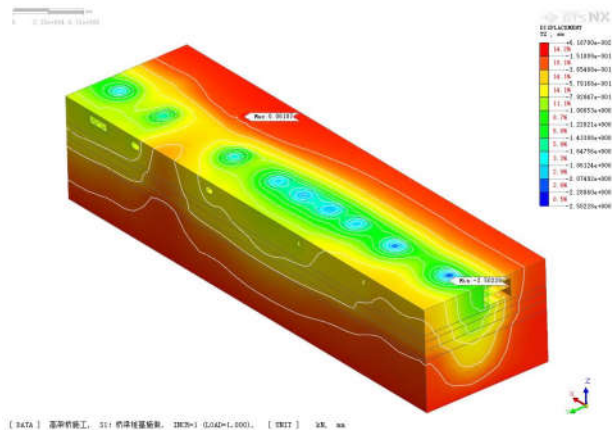


图3 S1阶段(桥桩施工)地层竖向位移云图

2.4 小结

根据各阶段模型三维数值计算结果, 本项目桥梁工程对西安市地铁5号线阿房宫南站主体的影响如下:

(1) 在桥桩施工阶段, 车站主体结构最大沉降量为 1.20mm, 最大水平向位移为 0.13mm;

(2) 在承台基坑开挖阶段, 车站主体结构最大隆起量为 1.68mm, 最大水平向位移为 0.67mm; 在承台立柱结构施做及基坑回填阶段, 车站主体结构最大沉降量为 0.58mm, 最大水平向位移为 0.63mm;

(3) 在上部结构施工阶段, 车站主体结构最大沉降量为 0.58mm, 最大水平向位移为 0.63mm;

(4) 在使用阶段, 车站主体结构最大沉降量为 1.86mm, 最大水平向位移为 0.74mm;

结合《城市轨道交通结构安全保护技术规范》、《城市轨道交通工程监测技术规范》等, 根据现有工程设计资料, 本项目桥梁工程施工时, 地铁现状结构变形值满足相关规范要求。

3 特级影响区域钢箱梁施工荷载计算

采用荷载-结构法分析地铁风道结构上方桥梁钢箱梁吊装对地铁结构内力产生的影响。

3.1 计算模型

采用荷载-结构模型平面杆系有限单元法。计算基本假定:

3.2 荷载计算

(1) 胎架基础荷载计算, 单根格构柱上方最大承载钢箱梁总重 54.4T, 格构柱自重 5.02t, 地基处理(78cm路面结构层+30cmC30混凝土板+2cm钢板)。

考虑 1.2 倍的安全系数, 则 $\sigma_{安全} = \sigma * 1.2 = (54.4 + 5.02) * 9.8 / 16 * 1.2 = 52.49 \text{ kPa}$; 根据应力扩散规律, 应力扩散角取 23° , 风道结构增加的顶板竖向荷载为 17.69 kPa 小于 20 kPa , 满足安全标准。

(2) 吊车荷载计算: 钢箱梁吊装采用中联重科 QUY260 履带起重机, 260 吨履带吊自重为 210T, 吊重 54.1T, 履带宽度 1.2m、长度 9m。

考虑 1.2 倍的安全系数, 履带底部荷载 $\sigma = 1.2 * (210 + 54.1) * 9.8 / (1.2 * 9 * 2) = 143.79 \text{ kPa}$ 。吊车距风道结构距离约 3.09m, 根据应力扩散规律, 应力扩散角取 23° , 履带应力扩散后作用于风道侧墙上, 扩散后面积为 $[(9 + 3.09) * (1.2 + 3.09)] * 2 = 103.73 \text{ m}^2$ 。

履带底部扩散后竖向荷载为: $\sigma_1 = 143.79 * 21.6 / 103.73 = 29.94 \text{ kPa}$; 履带底部荷载扩散后作用在风道侧墙上荷载为: $\sigma_2 = 29.94 * 0.44 = 13.17 \text{ kPa} < 20 \text{ kPa}$, 满足安全要求。

经计算, 桥梁钢箱梁吊装施工过程中地铁车站及风道满足安全标准要求。

4 地铁特级影响范围内施工安全防护措施

4.1 桩基施工安全防护措施

(1) 施工过程中控制钻孔灌注桩施工精度, 桩基施工前联合轨道公司联测桩位;

(2) 本项目临近地铁结构的桩基施工采用钢护筒跟进至隧道底以下一倍洞径, 钢护筒施工采用液压静力压桩机械;

(3) 采取间隔成桩的施工顺序, 在混凝土终凝后再进行相邻桩的钻孔施工;

(4) 桩基成孔施工阶段, 采用成浆快、水化性能较好的化学浆液泥浆护壁, 保证不出现塌孔;

(5) 桩头破除采用静力破除, 如采用钻孔灌注桩桩头套管法整体破除施工。

4.2 基坑、承台、挡墙、脚手架施工安全防护措施

(1) 承台基坑竖向不得超挖, 基坑底及坡顶应做好排水措施。基坑开挖完成后应及时施作垫层封闭基坑底, 基坑回填应采用轻型机械静力碾压。

(2) 基坑的开挖及回填严格按照“分层、分块、对称、平衡、限时”进行施工。开挖分层高度不超过1.0m, 邻近地铁结构1m范围采用人工开挖, 分层回填高度不超过0.5m。

(3) 挡墙段施工按“隔一间一”顺序施工, 基底下土方换填采用无振动小型机械平碾分层压实。

4.3 钢箱梁施工施工防护措施

(1) 钢箱梁吊装按节段划分设置临时支墩, 验算临时支墩传递至既有轨道交通结构上的附加荷载不得大于20kPa。

(2) 施工前应仔细检查起重机、钢丝绳、吊钩、临时支架及基础, 保证起重机和临时支架的竖向稳定, 避免轨道交通结构因起重机倾覆及钢箱梁坠落而产生不利

的影响。

(3) 钢箱梁运输及堆放应尽量远离轨道交通结构, 若临近轨道交通结构, 应保证传至轨道交通结构上的附加荷载小于20kPa。

结束语:

本文以陕西省西安市沣东新城沣明路高架工程为例分析地铁特级影响区域内城市高架桥施工技术, 具体思路是先进行三维模拟分析, 得出高架桥施工对西安市地铁5号线结构影响的安全性评价, 即高架桥桩基、承台基坑以及上部结构施工过程引起地铁主体结构及出入口最大水平位移、最大竖向位移、最大倾斜度均满足安全控制标准的结论, 保证方案的整体可实施性; 进行高架桥施工前对各分项工程施工过程进行安全验算, 保证各项施工措施的可行性; 最终在项目实施过程中分阶段、分工序进行各项安全防护措施落实, 保证地铁特级影响区域内城市高架桥施工的可行性, 为类似工程提供参考。

参考文献:

[1]杨赢,郭树海,曹牧,何余良 桥梁桩基施工对邻近地铁隧道的影响分析[J].绍兴文理学院学报,2018,38(8):82-86,100.

[2]阮伟 城市高架桥近距离施工对既有地铁区间的安全影响评估 武汉市城市建设投资开发集团有限公司 智能城市.2021.7(22)

[3]沣东新城沣明路(原昆明路西延伸)高架段(阿房官收费站-沣东界)市政项目邻近地铁结构安全预评估报告 2022年10月