

山区高填方桩承扶壁式桥台设计研究

李 萌,胡智敏,丁伟亮,宁鑫森

(广东省建筑设计研究院有限公司,广东 广州 510010)

摘 要:以某山区高填方市政桥梁为例,介绍了山区高填方扶壁式桥台的设计难点,并建立精细化 midas 有限元分析模型,对比研究了有对撑梁和无对撑梁两种桥台形式的桩基、扶壁、承台等重要构件的受力,根据受力进行结构优化及配筋,总结反思了工程设计中的难点并提出改进措施,为后续同类桥梁结构的设计提供启示和借鉴。

关键词:市政桥梁;扶壁式桥台;高填方;有限元分析;结构计算

中图分类号: U443.21

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2024)12-0116-04

0 引 言

随着城市化的不断推进,市政道路跨越现状或规划河道的需求不断增多。特别在山区中,由于道路挖填方较大,导致桥台高度较大,通常采用扶壁式桥台。曹利民^[1]介绍了扶壁式桥台的构成及各部分构件的受力模式。郑雨凡^[2]、汪荷玲^[3]总结了常用的桥台形式及受力特点,并根据实际项目介绍了常规扶壁式桥台的受力特点及计算方法。卢怀江^[4]采用有限元模型分析计算了扶壁式桥台的纵向水平位移,提供了一种变截面构件位移计算的思路和方法。金亮^[5]建立了扶壁式桥台的实体有限元分析模型,精细化分析了扶壁式桥台各部位的受力,针对桥台薄弱点进行加强配筋。

目前针对扶壁式桥台的设计及计算进行了大量的研究,同时也制定了相应的规范和简化计算方法。但是针对高填土扶壁式桥台(填土高度大于 10 m)的研究较少,同时针对桥台采用刚性群桩基础且桩长变化较大的情况未见报道。本文正是在前人研究基础上,以某山区高填方扶壁式桥台为例,建立有限元模型分析了刚性群桩基础下不同桩长以及是否有对撑梁对结构的受力影响分析,以便为类似工程提供指导和借鉴。

1 工程概况

某桥梁是位于潮州山区的城市支路上、跨越规

划河涌的一座市政桥梁,设计时速 20 km/h,双向两车道布置。上部结构综合考虑当地情况、施工工期以及造价等各方面因素,采用装配化程度高、承载力高的预制小箱梁结构。根据地质钻孔揭露,本场地地基土为杂填土和粗砂(厚度约为 4.5 m)、砂质粘性土(厚度约 2~3.4 m)、全风化花岗岩(0.5~2.5 m)、强风化花岗岩(0.8~4.5 m)、下伏基岩为中风化花岗岩,基岩层高变化大,裂隙发育较破碎,稳定水位埋深 0.90~1.70 m,水位标高在地下水深较浅,枯水期水位下降,干湿交替作用下,岩土体受水浸润、软化,易崩解,物理力学性质大大降低。规划河涌断面为矩形断面,河堤挡墙采用混凝土重力式挡墙,在桥位处则采用桥台与河堤护坡共建的形式。因此桥台设计中应采用有挡土作用的桥台形式,根据实际情况选择合理的桥台结构是本项目的重难点。

本项目上部结构采用 25 m 预应力小箱梁,桥面宽度 17.8 m,桥面布置:3.0 m(人行道)+25.9 m(机动车道)+3.0 m(人行道)=17.8 m。根据前述桥台方案比选结果,采用桩承扶壁式桥台,桥台宽度为 17.8 m,桥台总高 13.1 m,其中承台高度 2.5 m,扶壁高 7.5 m,台背和帽梁高 3.1 m,立壁厚度 1.2 m,共设置 4 道扶壁,扶壁厚 1.2 m,横向间距 4.6 m;基础采用直径 1.8 m 钻孔灌注桩,双排桩布置,前后排桩间距 6 m,横向间距 4.6 m 与扶壁对齐;同时在扶壁对应位置设置连接两承台的对撑梁,共设置 4 道,对撑梁长 18.3 m,宽 1.0 m,高 1.5 m。桥型布置见图 1 和图 2。同时台身设置直径 10 cm、间距 2.0 m 的排水孔,台后回填材料为石屑,同时铺设土工格栅减小工后沉

收稿日期:2024-01-05

作者简介:李萌(1994—),男,硕士,工程师,从事桥梁设计工作。

计规范》(TB-10025—2019)^[7]第16.2.2条,组合桩结构上侧向土压力采用库伦主动土压力时,应乘以修正系数1.25和《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2011)^[8]第6.7.3条,主动土压力增大系数在墙高大于8 m时取1.2的相关规定,本项目桥台主动土压力计算时,土压力取修正系数1.25。

2.4 荷载组合

根据《公路桥涵通用设计规范》(JTG D60—2015)第4.1.5条相关规定,按照承载能力极限状态和正常使用极限状态进行荷载组合。

(1)标准组合:1.0恒载竖向力+1.0恒载水平力+1.0车辆荷载+1.0人群荷载。

(2)基本组合1:1.0恒载竖向力+1.4恒载水平力+1.8车辆荷载+1.05人群荷载。

(3)基本组合2:1.2恒载竖向力+1.4恒载水平

力+1.8车辆荷载+1.05人群荷载。

3 结果分析

桩承扶壁式桥台的主要受力构件为桩基、承台、扶壁和对撑梁,通过分析对比有、无支撑梁情况下各主要受力构件的内力分布,计算其配筋,最终确定推荐方案。

3.1 桩身内力

高填方扶壁式桥台由于受到较大的水平荷载,以及自重和覆土等作用下的竖向力,传至承台底面存在较大的轴力、剪力和弯矩,同时由于桩长不同,导致刚度不同,桩身存在扭矩。合理布置桩基,使得桩基受力合理是桥台设计的重点。

基本组合下前后排桩不同桩长的桩顶内力分布见图5。

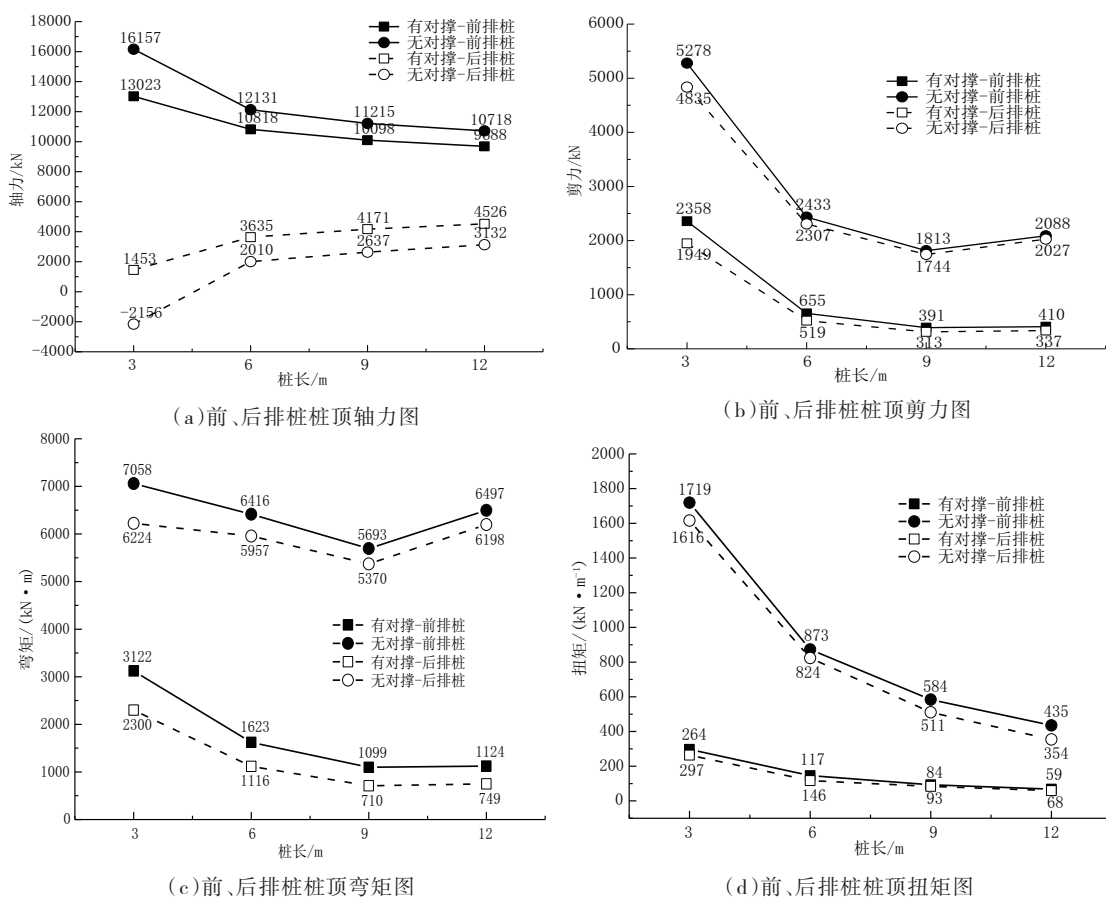


图5 基本组合下桩顶内力图

从图5中可以得出以下结论:

(1)由于覆盖土层较薄,且基岩面变化较大,导致桩长变化剧烈且均为刚性桩,短桩较长桩刚度更大,实际内力按刚度分配,短桩内力更大,反之越小,该现象与常规设计简化为同一排桩内力平均分配的理念不同,设计中应特别注意。

(2)两种情况下前排桩轴力变化较小,有对撑梁模型后排桩均有一定的压力储备,而无对撑梁模型后排3 m短桩则出现2 156 kN的拉力。

(3)由于支撑梁的水平支撑作用,将水平剪力转换成对撑梁的轴力,较无对撑梁模型大大降低了桩身剪力和弯矩,有支撑梁桩身剪力约为无支撑梁的

1/2.5~1/6,弯矩约为 1/2.5~1/8,因此增加支撑梁可使得桩基受力更加安全合理。

(4)由于横桥向桩基刚度不同,导致变形不一致,无对撑梁模型会在短桩中产生较大的附加扭矩,使得短桩的受力更加不利,设计时应考虑这部分影响;而加对撑梁后使两侧桥台形成框架结构提高整体刚度,各桩基受力更加均匀,其扭矩约为无对撑梁模型的 1/6,显著降低了桩基扭矩作用。

(5)桩身处于压、弯、剪、扭复合受力状态,根据规范计算配筋,有对撑梁桩基主筋配置一层 34 根直径 32 mmHRB400 钢筋,箍筋采用 12 mmHRB400 钢筋,间距 10 cm 全长布置;而无对撑梁桩基需要配置两层 34 根直径 28 mmHRB400 钢筋,箍筋采用 25 mmHRB400 钢筋,间距 10 cm 全长布置。增加对撑梁可大大降低桩身配筋,减小施工难度,提高施工质量。

3.2 扶壁外侧拉力

扶壁作为整个扶壁式桥台的主要受力构件,起到至关重要的作用。从图 6、图 7 可以看出,标准组合下有对撑和无对撑情况下扶壁外侧每延米轴拉力分别为 1 629 kN/m 和 1 696 kN/m。同时由于扶壁顶部存在悬臂段且支座传来的反力的偏心效应,最大轴拉力出现在扶壁顶部,近似按照轴心受拉构件计算,扶壁外侧通长布置 2 层直径 32 mmHRB400 钢筋,间距 10 cm,可满足要求。

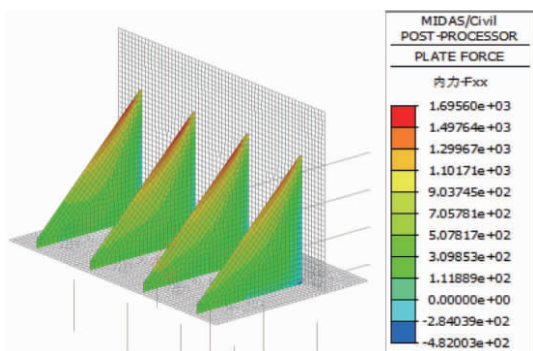


图 6 有对撑标准组合扶壁外侧轴拉力(单位:kN/m)

3.3 承台及对撑梁

承台计算可根据《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG 3362—2018)^[9]的有关规定复核其截面和按照拉压杆模型进行配筋,此处不再赘述,经计算,台厚 2.5 m 满足冲切要求,承台底部配置 2 层直径 28 mmHRB400 钢筋,间距 12.5 cm 可满

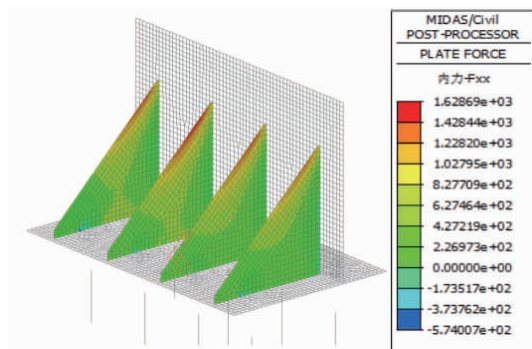


图 7 无对撑标准组合扶壁外侧轴拉力(单位:kN/m)

足要求。同理对撑梁按照压弯构件计算,沿截面周边均匀配置直径 28 mmHRB400 钢筋,间距 10 cm,可满足要求。

4 结 语

本文通过建立精细化有限元模型对山区高填方桩承扶壁式挡墙进行模拟,对比分析了有无支撑梁下该类型桥台各构件的内力,得出以下结论:

(1)在覆盖土层厚度较小且变化较大,桩基按嵌岩桩设计时,由于同一承台下桩长变化较大,桩基从逐渐从刚性桩向柔性桩过渡,内力按照刚度分配,有别于常规设计,此类情况应引起格外注意。

(2)由于高填方产生较大的侧向土压力,设置对撑梁的扶壁式桥台整体刚度较大,内力分配更加均匀,较无对撑梁结构可大幅减少钢筋布置,降低施工难度,提高施工质量,建议对该类型桥台采用设置对撑梁。

(3)本文对于高填方桩承扶壁式桥台进行了计算分析,并对各主要构件进行配筋设计,可为同类型桥梁提供设计参考。

参考文献:

- [1] 曹利民.扶壁式轻型桥台设计[J].公路,2005(2):23-27.
- [2] 郑雨凡.扶壁式桥台在市政桥梁中的应用[J].福建建筑,2017(6):113-117.
- [3] 汪荷玲.桥台设计及计算[J].城市道桥与防洪,2018(5):139-142.
- [4] 卢怀江.扶壁式桥台台顶纵向水平位移的计算[J].中国公路,2019(21):246-247.
- [5] 金亮.扶壁式桥台计算分析[J].建筑机械,2019(5):53-55,58.
- [6] JTG D60—2015,公路桥涵设计通用规范[S].
- [7] TB-10025—2019,铁路路基支挡结构设计规范[S].
- [8] GB 50007—2011,建筑地基基础设计规范[S].
- [9] JTG 3362—2018,公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范[S].