文章编号:1672 －058X(2013)05 －0086 －05

承台式抗滑桩受力机理及其在护岸工程中的应用*

潘　奇[1], 战　博[2], 翁珍燕[1], 何　旭[1]
(1. 重庆交通大学 国家内河航道整治工程技术研究中心,重庆 400074;2. 重庆凯瑞农业发展有限责任公司,重庆 401121)

摘　要: 承台式抗滑桩是用承台连接前后两排桩可抵抗大滑坡推力的支挡结构,分析了承台式抗滑桩支挡边(滑)坡的作用机理,根据其受力特征,可以滑面为界将其分为上下两个部分计算分析,通过理论分析和工程设计,根据工程实例,提出可按在滑坡推力作用下的横向弹性地基约束的空间刚架模型分析上半部分(受荷段)结构内力,并对实际工程进行了优化设计。

关键词: 滑坡推力;承台式抗滑桩;分析机理;优化设计

中图分类号: U656　　　**文献标志码:** A

边坡治理是岩土工程中一个十分重要的课题,抗滑桩是滑坡防治中所采用的一种比较有效的支挡建筑物,而承台式抗滑桩是一种特殊的结构型式。

所谓承台式抗滑桩就是用前后两排桩(以一定间距布置若干列)支挡滑坡体,每一列对应的前后排桩用承台将其连成一体,前排桩、后排桩和承台 3 部分组成。其工作原理是,用后排桩和承台阻挡滑动土体,并将滑坡推力通过内、外桩传给稳定层。整体刚度极大,可提供较大抗力,因而可以用于大边(滑)坡的治理工程中[1]。如图 1 所示。

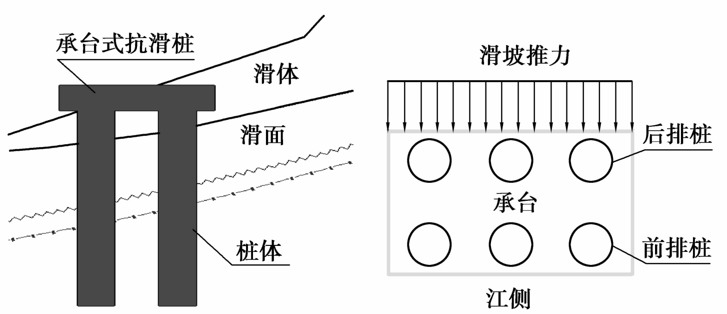

图 1　承台式抗滑桩

通过有限元 Midas 软件对重庆某一个工程实例进行有限元分析,主要考虑桩基横向间距、桩基纵向间距、桩直径、桩基混凝土强度等级 4 种因素对整个承台式抗滑桩的位移、最大弯矩影响,合理优化桩基的工程量,进而从经济合理的角度应用承台式抗滑桩,对实际此类工程具有指导意义。

收稿日期:2013 －01 －07;修回日期:2013 －04 －10.

* 基金项目:重庆市科技攻关计划项目(cstc2011ggA3002).

作者简介:潘奇(1986-),男,安徽马鞍山人,硕士研究生,从事港口工程研究.

1　承台式抗滑桩抗滑机理

承台式抗滑桩结构,整个桩体后的滑坡推力首先直接作用于后排桩和承台上,然后再通过承台及桩排间岩土体传到前排桩上,最后形成后排桩、承台、桩排间岩土体、前排桩这四位一体共同抵抗滑坡推力,另外,承台式抗滑桩结构前侧的坡体也起着阻碍结构变形而间接抵抗滑坡推力的作用,这样就改善了单根抗滑桩单独承担大的滑坡推力时的弱点[2]。归纳起来,承台式抗滑桩抵抗滑坡推力主要分为结构本体的作用、前后桩间岩土体和结构前坡体抗力作用这2大部分。

(1) 承台式抗滑桩结构本体的作用。由于前排桩与后排桩之间通过上部承台联系在一起而成为一个整体结构,因而当滑坡推力直接作用在承台和后排桩上时,就表现为承台式抗滑桩整体结构联合抵抗滑坡推力。作用在后排桩上的滑坡推力,先传递到上部承台,后由上部承台再传递到前排桩上,三者形成受力共同体。其在滑面以上部分主动抵抗滑坡推力,使前后桩变形并产生内力,再向下传递到稳定的中风化岩层中,从而使整个结构整体直接抵抗滑坡推力[5]。

(2) 承台式抗滑桩桩前土体抗力作用。若前排桩前侧有坡体,则在桩向前变形挤压前侧土体时,土体就对承台式抗滑桩结构产生抗力作用[7]。该抗力作用在承台式抗滑桩上,通过承台式抗滑桩结构间接抵抗滑坡推力,如图2所示。

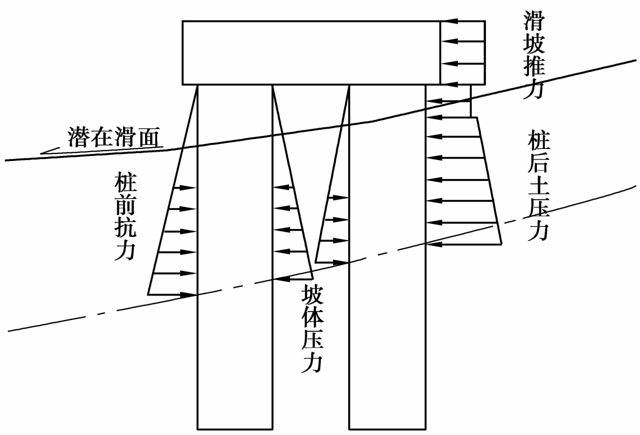

图2　承台式抗滑桩力学分析模型

2　承台式抗滑桩在护岸工程中的应用

2.1　工程背景

重庆某库岸护岸治理工程,其结构断面图如图3所示。基岩埋深较大,岩层至地面有大约10 m的第四纪杂填土,而且正好处于库区回水变动范围内。若采用两排独立的抗滑桩,实际计算发现,后排桩因承受过大滑坡推力而造成截面尺寸和配筋都很大,充分考虑加固工程的长期可靠性后,经过综合比较分析,必须对码头岸坡采取有效的加固措施。经过多方案比较,采用承台式抗滑桩加固岸坡。

堆积体以冲洪基层和残破基层为主,重度为22 kN/m^3,滑带黏聚力为14.6 kPa,内摩擦角为24°,堆积体下基岩侧向容许承载力为1 000 kPa。根据实际工程地质情况,利用传递系数法计算出滑坡水平推力为1 163 kN/m,同时考虑施工操作的方便性,选取承台式抗滑桩前、后排桩的截面尺寸均为直径2 m,承台尺寸为16 m×8.5 m×3 m,排间净距为5 m。采用混凝土标号为C30,主筋采用直径28 mm的二级钢筋。前后桩

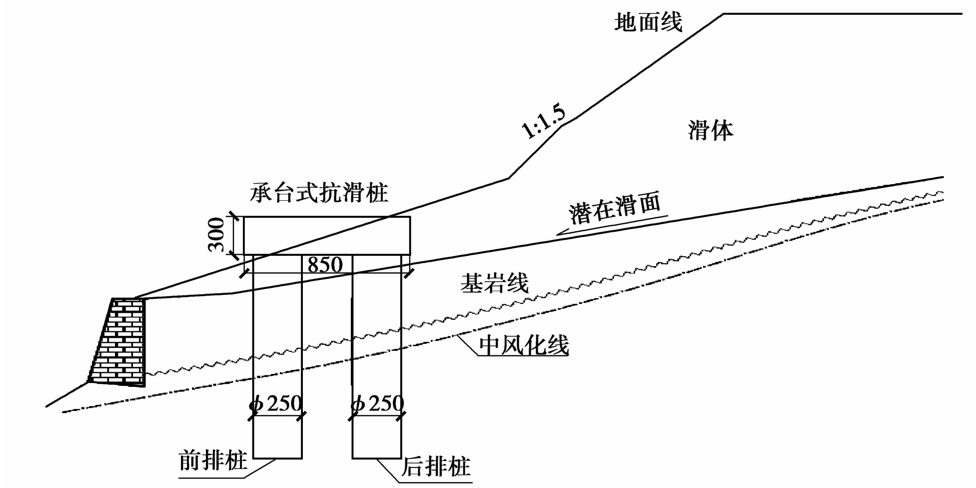

图3 结构断面

均采用人工挖孔桩,先施作后桩到承台位置标高,再施作前桩和承台,最后将承台与后桩在节点处连接浇注并完成后桩在承台以上部分的浇注。

2.2 计算模型及优化因素

用 midas 计算抗滑桩上半部分(非锚固段),按照承受滑坡推力作用的横向弹性地基约束的空间刚架来计算桩体内力[6],建立模型时,承台采用实体模型,桩基选用梁单元,材料选取软件自带的钢筋混凝土,桩基与承台接触选用刚性连接的接触方式,桩基另一端采用固结的边界条件,滑坡推力简化成均布荷载作用在承台岸侧上[3]。如图4所示。

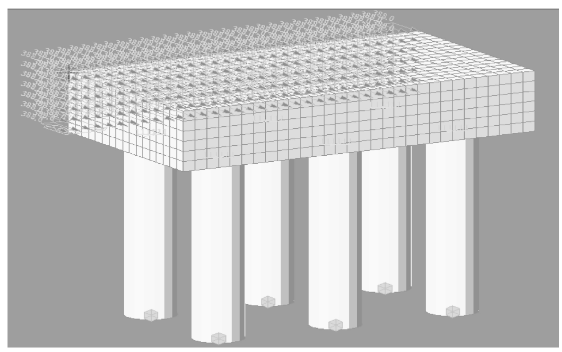

图4 结构计算模型

滑坡推力作用在承台式抗滑桩的承台上,分别修改桩基横向间距、桩直径、桩基纵向间距及桩基的混凝土强度等级4个影响因素,分析结构最大位移和桩基弯矩,制定合理桩基直径、材料及钢筋量,进而优化结构设计,降低工程造价。① 考虑8种不同横向排架间距(L=4,4.5,4.6,4.7,5,5.2,5.5,6 m);② 考虑7种不同的桩直径(D=1.5,1.6,1.7,1.8,1.9,2,2.2 m);③ 考虑4种不同纵向排架间距(L=4.5,5,5.5,6 m);④ 考虑4种不同桩基的混凝土强度等级(E=50、40、30、20)。

2.3 结果分析

经过有限元计算后,承台式抗滑桩的剪力、弯矩和位移分布情况。在相同桩径、纵向间距、桩基材料的情况下,选取不同横向桩间距,结构的最大位移及桩基所受最大弯矩如图5、图6所示;在相同横向桩间距、纵向间距、桩基材料的情况下,选取不同桩直径,结构的最大位移如图7所示;在相同横向桩间距、桩直径、桩基材料的情况下,选取不同纵向间距,结构的最大位移如图8所示;在相同横向桩间距、桩直径、纵向间距的情况下,选取不同桩基混凝土强度等级,结构的最大位移如图9所示。

从图5、图6中,可以看出桩基横向排架间距越大,整体结构在滑坡推力作用下最大横向位移先增大后减小的过程,桩基弯矩也是如此,说明横向桩基间距选取5m左右合理,过大或过小均不合理。从图7、图9中可以看出随着桩直径、混凝土强度等级的增大,结构位移相应地减小。从图8中可以看出桩基纵向排架间距的增大,也是一个凹型变化趋势。结合以上分析,考虑工程造价、现场施工工艺等问题,选取合理的排架间距(5 m×5 m)、桩直径(2 m)、混凝土强度等级(C30),使整体结构在大荷载滑坡推力作用下达到安全稳定、经济合理和施工便利的目的。

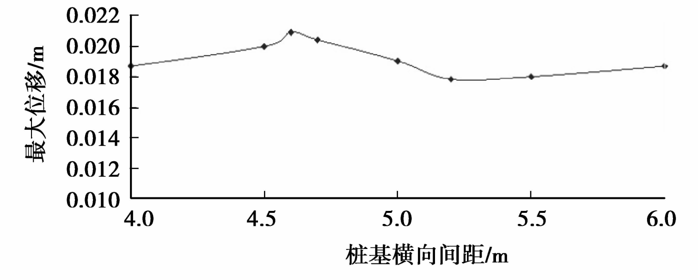

图 5　不同桩基横向间距情况下的位移

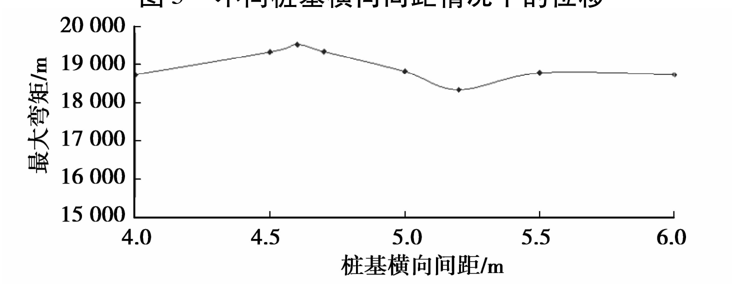

图 6　不同桩基横向间距情况下的弯矩

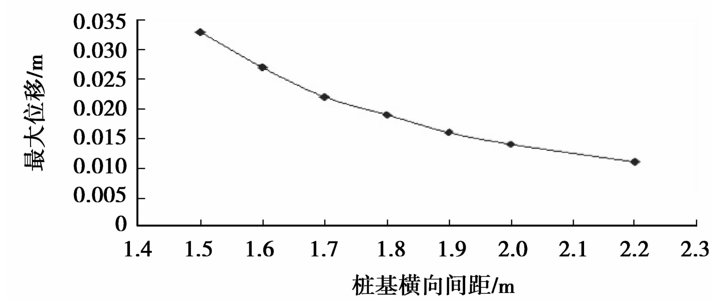

图 7　不同桩基直径情况下的位移

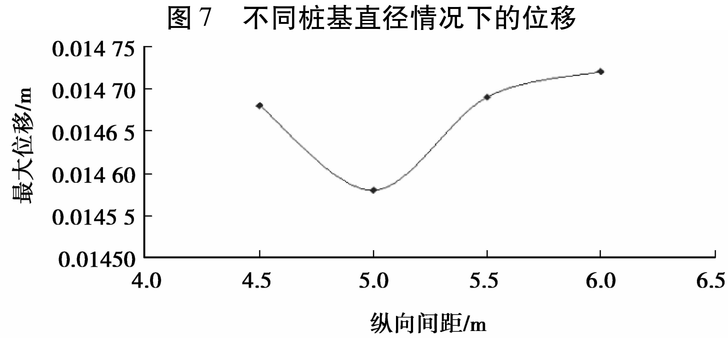

图 8　不同桩基纵向间距情况下的位移

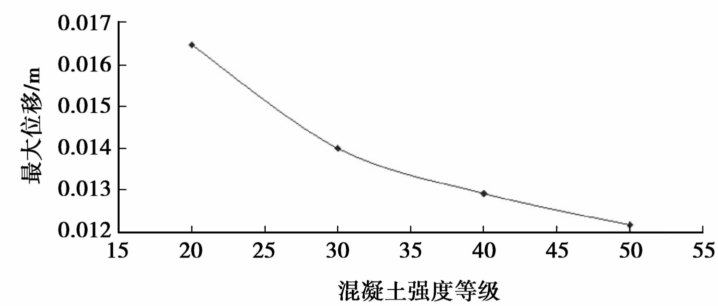

图 9　不同混凝土强度等级情况下的位移

3 结 论

(1) 承台式抗滑桩是一种重型支挡结构,而工程实践应用中不常见。结构可以抵抗较大的滑坡力,可用于坡度较大的边滑坡治理工程中,有较好的应用前景。

(2) 重点对承台式抗滑桩的抗滑机理进行了分析和阐述,并将承台式抗滑桩抵抗滑坡推力可分为结构本体作用、前后桩间岩土体作用及结构前坡体抗力作用这 3 大部分,改善了单根桩抗滑桩单独承担大的滑坡推力时的弱点。

(3) 通过一个工程实例的有限元分析,对抗滑机理地实际运用,并进行了结构优化设计。

(4) 应该说明的是,为了简化分析并便于实际工程设计操作,在分析中关于大荷载滑坡推力进行了简化处理,但仍带有一定的假设性,对计算结果有一定的影响,需要在以后的研究中深入完善。

参考文献:

[1] 铁道部第二勘察设计院. 抗滑桩设计与计算[M]. 北京:中国铁道出版社,1983,1-37
[2] 郑刚,李欣,刘畅,等. 考虑桩土相互作用的双排桩分析[J]. 建筑结构学报,2004. 25(10):99-106
[3] 杨晶. 双排桩支护结构的数值分析[D]. 天津:天津大学,2003
[4] 褚冬梅. 双排桩支护结构的理论分析[D]. 天津:天津大学,1996
[5] 蒋天涛. 刚架护坡桩边坡支护技术[J]. 岩土工程技术,2001(2):112 - 118
[6] 王军,王磊,肖昭然. 双排桩支护排距的有限元分析与研究[J]. 地下空间与工程学报,2005,1(7):1096 - 1099
[7] 肖世国. 边(滑)坡治理中 h 型组合抗滑桩的分析方法及工程应用[J]. 岩土力学:2010,31(7):2146-2152

Stress Mechanism of Platform-type Anti-sliding Pile and Its Application to Revetment Engineering

PAN Qi[1], ZHAN Bo[2], WENG Zhen-yan[1], HE Xu[1]

(1. National Inland Waterway Regulation Engineering Research Center, Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074, China;
2. Chongqing Kairui Agriculture Development Co., Ltd, Chongqing 401121, China)

Abstract: Platform-type anti-sliding pile is a retaining structure with a back pile and a corresponding anterior pile firmly connected by a platform at the top of the anterior pile. This paper analyzes the acting mechanism for platform-type anti-sliding pile to retain side slop, proposes that according to stressing features, the pile can be divided into two parts to be calculated and analyzed by taking the sliding surface as the boundary, based on theoretical analysis and engineering design, according to engineering practice, points out that space rigidity framework model with horizontal elasticity strata constraint under the action of landslide thrust can be used to analyze the internal structure force and implement optimized design for practical projects.

Key words: landslide thrust; platform-type anti-sliding pile; mechanism analysis; optimized design

责任编辑:代小红
校 对:田 静