

文章编号: 1674—8247(2018)06—0016—04

桩基托梁挡土墙与横向排水涵洞工程设计分析

唐立明

(中铁二院工程集团有限责任公司, 成都 610031)

摘 要:桩基托梁挡土墙在陡坡地形以及低承载力地基路堤收坡加固工程中应用广泛,该结构中桩基础和托梁主要解决地基承载力的问题,挡土墙解决收坡问题,挡土墙与下部结构间为铰支受力模式,故结构与传统的路肩桩板墙相比具有明显的技术和经济优势。当桩基托梁挡土墙与横向结构物组合应用时,须对桩基的变形进行有效控制,以确保横向结构物与挡土墙间不发生错位、拉裂,从而避免影响其使用功能。本文计算了桩基托梁挡土墙的受力,并结合具体工程提出了桩基托梁挡土墙与横向结构工程设计原则,可为今后类似工程提供借鉴。

关键词:桩基托梁挡土墙;涵洞;开裂;设计对策

中图分类号:TU212.32 文献标志码:A

Design of Retaining Wall with Pile-beam Foundation and Transverse Drainage Culvert

TANG Liming

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

Abstract: The retaining wall with pile-beam foundation is widely applied in the reinforcement engineering of embankment constructed on the steep slope and low bearing capacity foundation. The pile and the beam are used to resolve the low bearing capacity and the retaining wall is used to reinforce the embankment. Compared with the traditional pile-sheet wall on the shoulder, the hinged support force mode adopted between retaining wall and lower structure has obvious technical and economic advantages. When the retaining wall with pile-beam foundation is combined with the transverse structure, the deformation of pile foundation must be effectively controlled to ensure that there is no dislocation or tension crack between transverse structure and retaining wall, so as to avoid affecting its use function. In the paper a calculation is done on stress of retaining wall with pile-beam foundation and based on engineering case, the design principles are put forwards for retaining wall with pile-beam foundation and transverse structure, which can provide reference for similar projects in the future.

Key words: retaining wall with pile-beam foundation; culvert; cracking; engineering measure

桩基托梁挡土墙结构由竖向桩基和桩顶的托梁结构形成挡土墙的承载基础,用以解决地基承载能力不足或陡坡地段设置挡土墙襟边坡不足的问题^[1-4],由

于挡土墙与下部结构间为铰支受力模式,故结构与传统的路肩桩板墙相比,具有明显的技术和经济优势,在工程中应用十分广泛。

收稿日期:2018-07-10

作者简介:唐立明(1968-),男,高级工程师。

引文格式:唐立明. 桩基托梁挡土墙与横向排水涵洞工程设计分析[J]. 高速铁路技术,2018,9(6):16-19.

TANG Liming. Design of Retaining Wall with Pile-beam Foundation and Transverse Drainage Culvert[J]. High Speed Railway Technology,2018,9(6):16-19.

在实际工程中,由于受地形、排水以及其它功能布置需求,需在桩基托梁挡土墙附近甚至在桩基托梁结构内部设置横向结构物,如排水涵洞、过水过油管线等。当桩基托梁挡土墙设置在低承载能力地基上时,在挡土墙上部传递荷载的作用下,桩基发生水平变形是不可避免的,且随着桩基自由段长度的增加,桩基变形程度更加明显,桩基水平变形迁移会影响上部挡土墙结构发生变形,于是造成排水涵洞过水过油管线等刚性横向结构与挡土墙间发生错台、横向结构物开裂等。当横向结构物为液体物通道时,液体溢流,进入挡土墙内侧软化土体,增大挡土墙受力,进而进一步增大下部桩基的水平变形^[5-8]。针对上述工程问题,开展桩基托梁挡土墙与横向结构物工程设计分析具有重要的意义。

1 桩基托梁挡土墙受力计算

1.1 挡土墙土压力计算

地面平缓时,挡土墙土压力计算与一般的挡土墙一样;当设置于斜坡地基,需要从托梁顶部开始挖台阶时,土压力按图 1(a)计算,计算方法与一般的挡土墙一致;当设置于陡坡地基,需要从托梁底部开始挖台阶时,土压力按图 1(b)计算,可以根据边界条件按库仑土压力计算。

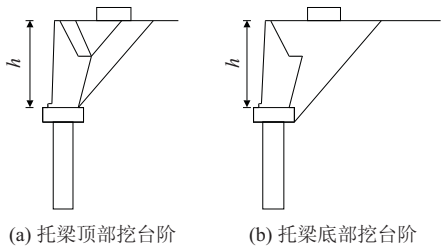


图 1 斜坡及陡坡挡土墙土压力计算模式

1.2 托梁内力计算

根据托梁下桩基础的布置情况,托梁的计算可采用连续梁和支端悬出的简支梁进行计算。按连续梁设计的荷载模式如图 2 所示,按支端悬出的简支梁设计的荷载模式如图 3 所示。

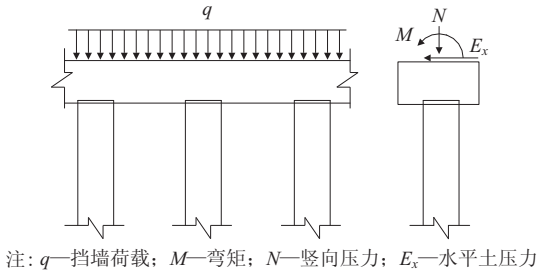


图 2 连续梁托梁以上外荷载模式图

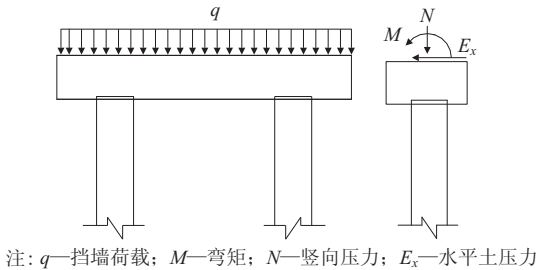


图 3 支端悬出简支梁托梁以上外荷载模式图

1.3 桩的内力计算

桩的内力计算不考虑托梁底的支撑和摩擦,认为挡墙的水平推力和竖向力以及弯距通过托梁全部传至桩顶。桩顶以上的外力计算如表 1 所示。

表 1 桩顶以上弯距、水平推力和竖向压力

	连续梁	支端悬出简支梁
弯距	$M + E_x$	$(M + E_x \cdot h) / 2$
水平推力	E_x	$E_x / 2$
竖向压力	N	$N / 2$

注:h—托梁厚度。

桩身可按埋式桩、悬臂桩计算其长度和内力,锚固段按弹性地基梁计算。

2 工程案例

2.1 案例概况

某斜坡路堤工程中心填方高度 12 m,地基表层为厚 7 m 的粉质黏土,地基承载力 150 kPa,其下为强风化和弱风化泥岩夹砂岩,若放坡填筑,路堤最大边坡高度近 20 m,需设置侧向约束桩进行稳定性加固,故设计采用桩基托梁挡土墙结构对路堤进行收坡加固,挡土墙最大高度 12 m。因对应位置靠山侧为山体沟槽,设计采用在填筑体中设置素混凝土排水涵洞穿过挡土结构进行排水,施工完成后现场照片如图 4 所示。



图 4 排水涵洞穿越桩基托梁工程照片

2.2 工程病害状况及原因分析

道路开通运营半年后,道路巡查发现托梁上挡墙

顶出现不同程度外倾,涵洞在穿越挡墙处出现沿线路方向的裂缝,其中一节涵洞体沿伸缩缝被拉裂,涵洞多处出现漏水,如图 5 所示。

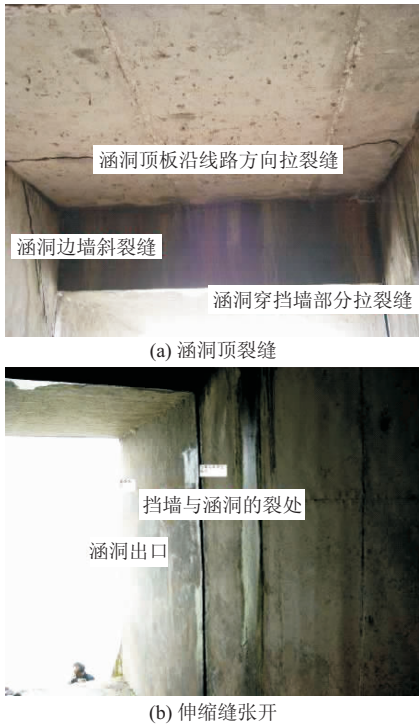


图 5 涵洞破坏开裂

通过对现场调查和对原设计资料进行分析,得出该工点发生病害的主要原因有以下几点:

(1) 桩基托梁挡土墙设计时,对挡墙的斜截面抗剪、抗滑移、抗倾覆以及桩基托梁的整体稳定性进行了全面验算,但忽略了对桩基顶部位移的控制,桩基向外产生较大水平变形,致使涵洞与挡墙之间产生裂缝,并张拉了涵洞节体,使其伸缩缝张开。

(2) 涵洞设置在填筑体之上,受斜坡地形影响,填筑体厚度不均,产生不均匀的地基和填筑体沉降,使得涵洞受力不均、伸缩缝张开。

(3) 涵洞为素混凝土结构,结构本身为刚性结构,对变形的协调能力差,节体之间伸缩缝采用沥青木板填塞,当节体间变形不协调时,不能起到防水的作用。

(4) 涵洞水的下渗,软化了填筑体,增大了对挡土体的土压力,从而加大桩基础的变形,加剧了桩基托梁挡土墙与涵洞间的变形不协调。

2.3 桩基变形分析计算

采用 MIDAS 软件计算分析桩基变形与涵洞的影响,计算分析采用的基本参数如表 2 所示。

通过计算,当其他边界条件完全相同,锚固段分别

表 2 计算基本参数表

项目	γ /(kN/m ³)	E /Pa	μ	c /kPa	ϕ /(°)
挡墙	23	3 000	0. 25	—	—
填土	18	80	0. 32	5	25
地基	19	80	0. 25	10	35

为基岩和土层时,桩长与桩顶位移差别极大。锚固段为基岩时,桩顶位移 2. 695 cm,所需锚固长度为 7 m;锚固段为土层时,桩顶位移 4. 441 cm,所需锚固长度为 17 m。若锚固长度采用 7 m,则锚固段为土层时,桩顶位移超过 30 cm,不能满足变形要求。

2.4 病害整治工程措施

针对该病害工点,提出整治措施如下。

(1) 采用锚索框架梁对挡墙进行加固,框架与挡墙之间设钢筋混凝土面板,锚索施加小吨位预应力后进行锁定。

(2) 对墙背填土采用低压注浆,改变填土的力学指标,提高其自稳性,减小作用在挡墙上的土压力。

(3) 对挡墙及涵洞裂缝进行修补,完善其使用功能。

3 工程设计对策

通过上述分析,当横向结构物穿过桩基托梁挡土墙时,应采取如下工程措施。

(1) 桩基托梁挡土墙的设计除对挡土墙的斜截面抗剪、抗滑移、抗倾覆以及整体稳定性进行检算外,还应进行桩基顶部变形的检算。

(2) 与横向结构物位置对应的桩基宜设置预应力锚索,以有效减小桩基托梁结构的变形,并节约工程投资,如图 6 所示。

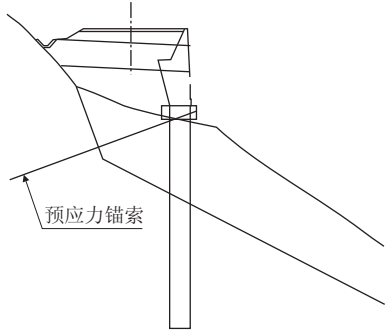


图 6 预应力锚索桩基托梁结构

(3) 横向结构物设置在填筑体上时,宜采用钢筋混凝土结构,其伸缩缝及施工缝可采用高韧性树脂胶进行粘结、封堵。

(4) 横向结构物的设置长度宜穿过挡土墙的外侧

并出露一定长度,两种结构的接触面宜光滑,减小变形不协调时产生较大的摩阻力。

(5)横向排水结构可采用通长高强波纹管结构,可有效避免伸缩性和施工缝的不利影响。

4 结论

在山区斜坡及沟槽地形条件下,桩基托梁挡土墙与横向排水结构物联合设置的情况较多,为避免出现桩基托梁挡土墙结构与横向排水结构的变形不协调以及地基和填筑土不均匀沉降的影响,工程设计中应加强桩基顶部变形检算,桩基可设置预应力锚索减小后期变形。横向结构物宜减少伸缩性和施工缝,可采用通长高强波纹管结构或带柔性粘结的钢筋混凝土结构;横向结构物宜伸出挡土墙结构外侧一定距离,以适应桩基托梁挡土墙结构较小变形以及外界环境的变化。

参考文献:

- [1] TB 10025-2006 铁路路基支挡结构设计规范[S].
TB 10025-2006 Code for Design on Retaining Structures of Railway Subgrade [S].
- [2] 李海光. 新型支挡结构设计工程实例[M]. 北京:人民交通出版社, 2011.
LI Haiguang. Design and Engineering Example of New Retaining Structure[M]. Beijing: China Communications Press, 2011.
- [3] 姚裕春,魏永幸,袁碧玉. 高速铁路斜坡路堤变形控制探讨[J]. 铁道工程学报, 2014, 31(5): 16-21.
YAO Yuchun, WEI Yongxing, YUAN Biyu. Exploration of the

Deformation and Control of Embankment Constructed on Slope Foundation for High-speed Railways [J]. Journal of Railway Engineering Society, 2014, 31(5): 16-21.

- [4] 姚裕春,袁碧玉. 无砟轨道铁路陡坡路基加固结构创新方法分析[J]. 高速铁路技术, 2015, 6(4): 31-35.
YAO Yuchun, YUAN Biyu. Analysis of Innovative Methods for Reinforcing Structure of for Steep Slope Subgrade of Ballastless Track Railway [J]. High Speed Railway Technology, 2015, 6(4): 31-35.
- [5] 李安洪,魏永幸,姚裕春. 山区铁路(公路)路基工程典型案例[M]. 成都:西南交通大学出版社, 2016.
LI Anhong, WEI Yongxing, YAO Yuchun. Typical Cases of Railway (Highway) Subgrade Engineering in Mountainous areas [M]. Chengdu: Southwest Jiaotong University Press, 2016.
- [6] 朱颖. 复杂艰险山区铁路选线与总体设计论文集[M]. 北京:中国铁道出版社, 2010.
ZHU Ying. Proceedings of Railway Route Selection and Overall Design in Complex and Dangerous Mountain Areas [M]. Beijing: China Railway Publishing House, 2010.
- [7] 朱颖,许佑顶. 复杂艰险山区铁路(公路)工程勘察设计论文选集[M]. 北京:人民交通出版社, 2012.
Zhu Ying, Xu Youding. Essays of Railway and Road's Survey and Design in Complex Dangerous Mountain Areas [M]. Beijing: China Communications Press, 2012.
- [8] 朱颖. 川藏铁路建设的挑战与对策[M]. 北京:人民交通出版社股份有限公司, 2017.
ZHU Ying. Challenges of and Countermeasures for Construction of Sichuan-Tibet Railway [M]. Beijing: China Communications Press Co., Ltd., 2017.

(编辑:苏玲梅 张红英)