

卵石层及粉砂岩地质条件下水中深基坑钢板桩围堰施工

谢承健

中铁二十四局集团福建铁路建设有限公司

摘要：沪渝蓉高铁武宜段沮河特大桥51~54#水中墩水深约3m，基坑开挖深度6.7m。属于深基坑，施工过程中综合考虑经济性、施工工艺难易性、施工安全等各方面因素后，采用土围堰平台+钢板桩围堰的基坑支护方式。本文主要介绍了在卵石土及粉砂岩钢板桩打入比较困难地质条件下的钢板桩基坑围堰的方案及施工工艺。

关键词：水中基坑；拉深钢板桩；引孔施工

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.11.058

引言

钢板桩基坑支护施工工艺较成熟，由于其施工工艺简单、支护效果好，广泛应用与桥梁水中基础深基坑的支护中。

一、工程简介

沮河特大桥51#~54#墩位于沮河中，沮河汛期水位为61.25m，枯水期水位约为59.75m，最低承台底标高为55.548m，承台施工作业平台采用土围堰平台，平台高程高出水位1m为62.25m。基坑深度为6.7m。基坑拟在枯

水期施工。承台尺寸11.1m×6.2m×2.5m。基坑往承台边缘外扩1.5m。

承台作业平台采用土围堰，基坑河底以上为素填土，未固结，较松散。下约1.0m厚卵石层。卵石层下为强风化粉砂岩。该地质条件下，粉砂岩密实性较好，止水性较好，但是摩阻力较大钢板桩打入困难。地下水主要通过卵石土层渗透。

二、钢板桩方案选用

原设计方案为钢栈桥施工平台。考虑施工期为枯水期，水位较低。采用土围堰作为施工平台及基坑施工的挡水围护。基坑支护形式采用土围堰平台+钢板桩。迎水面采用土袋及大块片石笼做防护。

选用9m长拉森IV型钢板桩，钢板桩围堰高出水位线1.5m，打入深度2.3m，设置2道围檩和对撑。围檩和斜撑采用HW400×400型钢，对撑采用Φ325×8mm螺旋管。综合考虑土围堰平台隔水及钢板桩支护结构的稳定性，基坑不需带水开挖，开挖到位后及时施作混凝土垫层，垫层应满铺基坑，起到隔水和支撑的作用。垫层厚度50cm，混凝土标号采用C20。

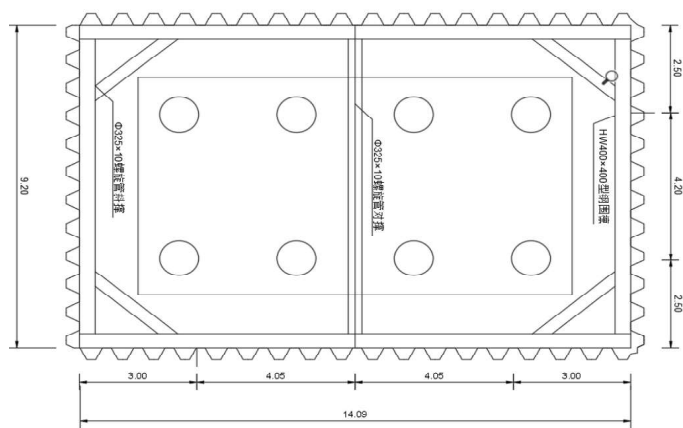


图1 基坑钢围堰平面布置图

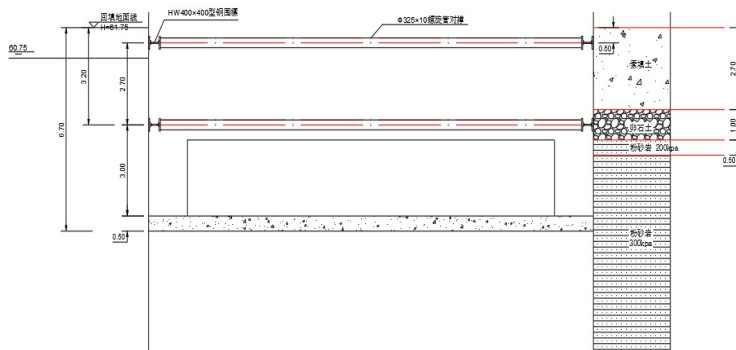


图2 基坑钢围堰平面立面图

三、围堰相关设计计算

(一) 各土层参数

表1 各土层参数表

编号	岩土分类	厚度 (m)	重度 (kN/m ³)	c (kPa)	φ (°)
①	填土	2.7	18	10	10
②	卵石土	1.0	20	10	24
③	粉砂岩	0.5	20	15	25
④	粉砂岩	22	20	15	25

(二) 变形内力

最不利工况在基坑开挖至6.2m处时。此工况变形内力如下：

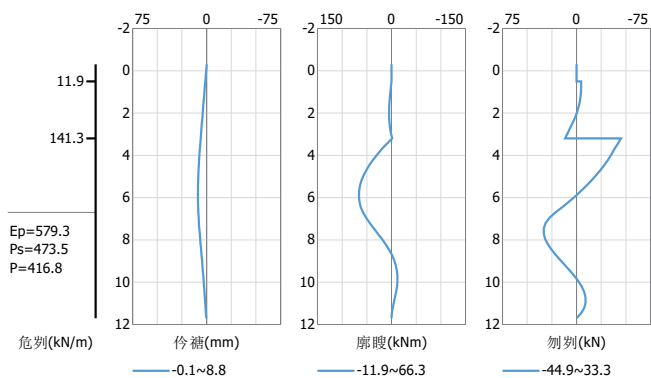
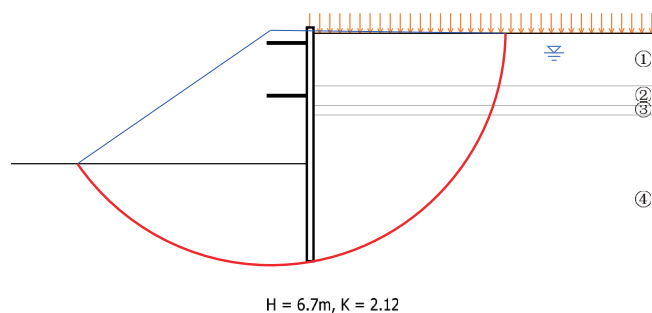


图3 最不利工况下钢板桩内力、变形图

(三) 基坑整体稳定性计算



圆心(-1.86, -0.15)，半径12.06m，滑动力727.2kN/m，抗滑力1538.6kN/m

图4 基坑整体稳定性计算

(四) 钢板桩强度

$$\sigma = \frac{1.25\gamma_0|N|}{A} + \frac{1.25\gamma_0|M|}{W} = \frac{1.25 \cdot 1 \cdot |0|}{19.398} + \frac{1.25 \cdot 1 \cdot |66.3|}{1.816}$$

$$= 46\text{MPa} \leq f = 215\text{MPa}$$

(五) 围檩及内支撑强度

内支撑在工况开挖至6.2m处时最大反力为141.3kN/m，按此作为施工荷载，利用MIDAS建模分析结果如下：

- (1) 弯矩
- (2) 剪力、轴力大小

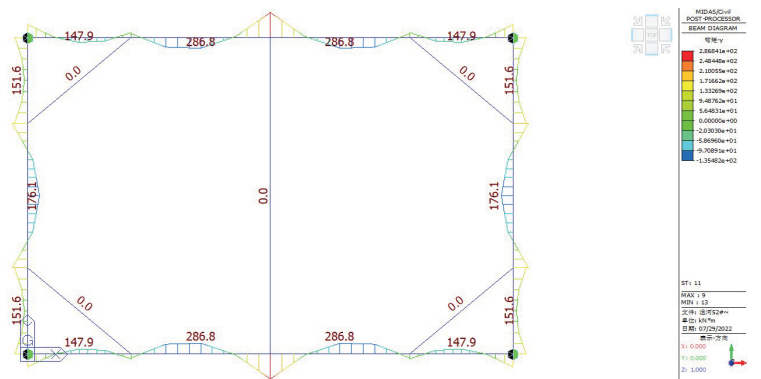


图5 围檩内力图

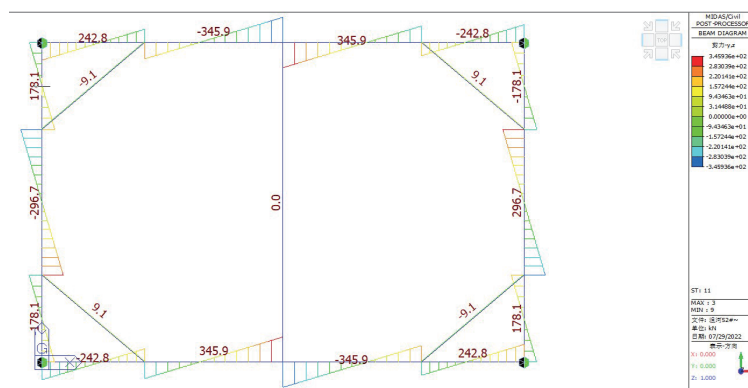


图6 围檩支撑剪力图

围檩最大弯矩M=286.8kN/m，最大轴力9.1kN。
 $\sigma = M/W = 286.8/3340 = 85.8\text{MPa} < 215\text{MPa}$ 。

四、钢围堰施工步骤

(一) 引孔施工

钢板桩试打过程中发现钢板桩打入深度4.5m左右,开始打入困难,该处岩层为承载力300Kpa的粉砂岩,液压打拔机型号470,现场决定更换更大功率的打拔机设备,仍不能正常打入。后经研究决定先采用小型旋挖钻引孔。

引孔深度9m,孔径1.0m,孔位重叠0.2m。施作第1个引孔时,旋挖钻入3m左右深度时候塌孔,研究决定打入5m长钢护筒穿透卵石土层,隔绝地下水渗流,以避免塌孔。引孔采用跳孔间隔成孔。成孔后采用粉砂岩钻渣回填至上一孔,并用钻机适当挤密。采用上述措施后,旋挖钻引孔顺利,后续钢板桩顺利打入到位。

(二) 钢板桩打入

旋挖钻引孔完成后,开始钢板桩施工。

钢板桩采用屏风式打入法进行施打。屏风式打入法的主要优点:打入精度高,易于实现封闭合拢,钢板桩不易发生屈曲、扭转、倾斜和墙面凹凸。施工时,可先将10~20根钢板桩成排插入导架内,使它呈屏风状,然后再施打。一般是将板桩墙两端的一组板桩打至设计标高后,固定在围檩上,然后在中间按顺序分1/3或1/2板桩高度打入,施打时需严格控制钢板桩垂直度,

施打顺序对钢板桩位移、垂直度、轴线方向的伸缩及打桩效率有直接影响,是钢板桩打入工艺的关键之一。施打顺序主要有以下几种:①正向顺序;②逆向顺序;③中分顺序;④中和顺序;⑤复合顺序;⑥往复顺序。

施工中可根据现场情况选择相应的施打顺序:①钢板桩墙两端已打设的钢板桩呈逆向倾斜时,采用正向顺序施打;反之,逆向顺序施打;②钢板桩墙两端板桩保持垂直状况时,采用往复顺序施打;③钢板桩墙长度较长时,用复合顺序施打。

(三) 转角处的处理

转角处钢板桩打入是钢板桩围堰施工的难点,转角处理好坏可影响钢板桩围堰的挡水效果和闭合。尽管可采用特殊加工的异形板在转角处打入闭合,但考虑到施工成本及工期,在施工过程中一般尽可能优先考虑的使用标准钢板桩在转角处合龙。

在钢板桩围堰设计时根据钢板板桩宽度计算板桩墙的组合长度,根据此长度确定支护钢板桩墙体的尺寸,使钢板桩墙体的长度与板桩宽度成整数倍,从而实现采用标准桩闭合。

打入前,在导架上标出每根钢板桩的位置。打入时,根据导架上的标记控制钢板桩打入的位置,严格控制桩身垂直度,保证转角与闭合位置的准确性。

在施工过程中一般采用轴线调整法:在板桩转角闭合处,根据实际打入情况适当调整轴线位置,从而改变闭合段板桩墙的长度,实现转角处采用标准桩闭合。

(四) 内支撑的安装及拆除

本钢板桩围堰的内支撑系统主要由H型钢围檩、斜撑、螺旋管对撑等结构组成。

相应位置的内支撑应随着基坑土方开挖逐步进行安装,不能一次开挖到位后再安装,防止水、土压力过大使基坑的失稳。

各道内支撑从上往下依次安装,基坑开挖至内支撑设计高程后,超挖50cm左右,开始安装内支撑。每道内支撑的围檩、斜撑、对撑应同步安装到位,使内支撑系统与钢板桩尽早的形成整体的受力体系。内支撑安装时应使对撑与型钢围檩正交,相交处设16mm厚钢端板,端板与围檩间填塞木楔,起调节作用。

内支撑拆除顺序,承台施工完毕后基坑回填至承台顶面。拆除第二道纵向支撑,墩身施工完毕后,拆除第二道围檩及斜撑。继续回填至第一道支撑底面后拆除剩下支撑及围檩。

对撑的拆除应间隔对称的进行,以防止预加应力瞬间释放使钢板桩的局部变形、开裂。为确保基坑安全,同时防止钢板桩受到的压力过大而导致变形严重无法拆除,应随相应的施工阶段把基坑回填,才能拆除相应位置的围檩、斜撑、对撑等内支撑结构。

五、总结

沮河特大桥51#~54#水中墩水位深约3m,采用土围堰平台+钢板桩围堰形式施工。钢板桩打入下采用了旋挖钻引孔施工工艺。本文所述钢板桩施工方案设计计算及相关施工流程、施工结果显示:该基坑稳定性、钢板桩围护结构满足要求,可以正常安全施工。

土围堰平台和钢板桩围堰结合也起到了很好的隔水、止水作用。在引孔施工中,厚1m左右的卵石土层被挖出回填粉砂土后,与穿过该层的钢板桩共同作用,基本隔绝了地下水渗流。施工中发现基坑基本没有渗水,增加了基坑的稳定性。采用土围堰平台替代钢栈桥作为施工平台很好的满足了施工要求,大大节省了施工费用。

在打入困难的较硬地层中进行钢板桩围堰施工,采用旋挖钻引孔是一个相对经济合理、简单的施工方法。

本文介绍施工案例,可以为类似工程地质下的基坑设计、施工提供一定参考。

参考文献

- [1]《建筑基坑支护技术规程》.JGJ120-2012.
- [2]周水兴、何兆益、邹毅松等《路桥施工计算手册》(人民交通出版社股份有限公司)2001-10.
- [3]葛俊颖《midas Civil使用指南》(人民交通出版社股份有限公司)2013-06-01.
- [4]《浅谈城市综合管廊拉森钢板桩选型与施工》谭健;王孟,邓丹,姚湘平,《湖南省土木建筑学会施工专业学术委员会2018年学术年会暨学术交流》;2018-01-08.

作者简介:谢承健(1981-),男,广西荔浦人,汉族,本科,工程师,研究方向:道路桥梁施工。