

DOI:10.16799/j.cnki.esdqyfh.2022.11.048

新型桩-墙咬合圆形锚碇基坑支护施工关键技术研究

卢焕然

(上海远方基础工程有限公司, 上海市 200436)

摘要: 圆形基坑支护结构在开挖期间具有良好的受力特性,在大型锚碇基础基坑支护中较为常用。根据某大桥东锚碇基坑支护工程对新型桩-墙咬合圆形锚碇基坑支护施工工艺进行施工过程关键技术研究,结果表明:桩基施工作为 I 期施工段,地下连续墙施工作为 II 期施工段。I 期桩基施工应跳槽施工,II 期地连墙施工时应减少与 I 期桩基混凝土龄期差;钢导墙代替常规导墙能有效缩短工期,避免常规导墙制作的繁琐工艺。

关键词: 桩-墙咬合;施工工艺;关键技术;地下连续墙;钢导墙

中图分类号: TU473.2

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2022)11-0178-04

0 引言

圆形基坑支护以其受力性能的优势被广泛应用于大型桥梁锚碇基础基坑支护工程中。1987 年日本白鸟大桥的基础结构形式是以锁口钢管桩围堰筑岛^[1]、修筑直径 37 m、壁厚 1.5 m、深 106 m 的圆筒地下连续墙;2008 年我国的珠江黄埔大桥的基础结构形式也是外径 73 m、壁厚 1.5 m、深 61.5 m 的圆形地下连续墙^[2]。类似的圆形地下连续墙基础结构形式还被用于诸多千米级大桥以及重要建筑中,如:岳阳洞庭湖大桥、阳逻长江大桥,以及上海 2010 年世博会 500 kV 变电站等。

目前,纯粹的圆形地下连续墙基坑支护形式吸引了广大学者的目光。不可避免地,纯粹的圆形地下连续墙基坑支护需要内衬结构施工,比如:云南滇中引水通道接收井^[3],以及武汉阳逻长江大桥^[4]。在工期较为紧张的情况下,在地连墙施工结束后的内衬结构施工会导致工期延误,为了避免存在内衬结构施工而导致工期延误,提出了可以有效缩短工期的新型桩-墙咬合锚碇基坑支护结构。现依托某大桥东锚碇基坑支护工程新型圆形桩-墙咬合锚碇基坑支护施工工艺,对该工艺施工关键技术进行研究。图 1 给出了该项目施工现场环境状况。

1 工程概况

某大桥基坑围护结构为外径 90 m 的圆形结构,



图 1 某大桥锚碇基坑施工航拍图

由 I 期桩与 II 期槽组成(见图 2 所示)。I 期桩为大直径混凝土灌注桩,直径 3.5 m;II 期槽段采用 1.5 m 厚地下连续墙,地下连续墙墙深 24.7 ~ 43.3 m,墙顶空墙 3 m, I 期支护采用直径 3.5 m 大直径桩基,接头型式为铰接头,连续墙嵌入基岩。支护结构完成后基坑采用岛式开挖法开挖。

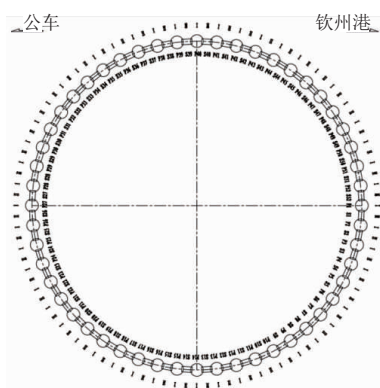


图 2 I 期桩与 II 期槽划分图

1.1 地质信息

根据钻孔统计,钻孔揭露上覆第四系地层为厚度较小且方量很少的角砾及碎石,部分地段基岩裸露,出露基岩为志留系下统连滩组强风化砂岩、中风化砂岩、强风化页岩、中风化页岩。其中,强风化岩厚度

收稿日期: 2022-02-25

作者简介: 卢焕然(1991—),男,本科,助理工程师,主要从事岩土工程施工与管理工。

大,发育层底标高为 -88.40~-21.90 m(埋深 24.70~91.20 m),起伏较大,横纵方向砂岩、页岩交错分布。该区域中等风化层顶埋深 24.70~50.60 m,层顶标高:-35.74~-17.42 m,层位相对稳定。桥位以砂岩为主,擦人墩岛裸岩出露,未见落水洞、岩溶塌陷等不良地质。各土体及岩石物力力学指标见表 1 所列。

表 1 锚碇区各主要岩土层力学指标推荐值表

层号	岩土名称	承载力特征值 $[f_{a0}]$ /kPa	摩阻力标准值 q_{ik} /kPa	岩石单轴饱和抗压强度标准值推荐值 f_{rk} /MPa	泊松比 μ	黏结强度特征值 f_{tk} /kPa	弹性模量 /MPa
(14)-1	强风化页岩	450	100	3	0.27	(150)	0.10×10^4
(14)-2	中风化页岩	800	200	4	0.29	(180)	—
(14)-1	强风化砂岩	600	150	5	0.23	(180)	—
(14)-2	中风化砂岩	1 500	350	19	0.27	(450)	3.00×10^4

化基岩中裂隙水。海平面以上地层的地下水主要靠大气降水补给,海平面以下地层除接受上层渗水补给外,还接受海水侧向渗透补给。

2 施工方案

2.1 施工工艺

2.1.1 高压旋喷桩

该工程桩基工程为高压旋喷桩,采用三重管法旋喷先送高压水、再送水泥浆和压缩空气;喷射时先应达到预定的喷射压力、喷浆量后,再逐渐提升注浆管,注浆管分段提升的搭接长度不得小于 100 mm;当达到设计桩顶高度或地面出现溢浆现象时,应立即停止当前桩的旋喷工作,并将旋喷管拔出并清洗管路。在实际施工中,选用两台徐工 XR600E 旋挖钻,选择 4 种直径的钻头,分别为 $\phi 1.5$ m、 $\phi 2.2$ m、 $\phi 2.8$ m 和 $\phi 3.5$ m 直径的钻头。 $\phi 1.5$ m 钻头面积占总面积的 18.37%, $\phi 2.2$ m 钻头面积占总面积的 39.51%, $\phi 2.8$ m 钻头面积占总面积的 64%, $\phi 3.5$ m 钻头面积占总面积的 100%。首次钻进阻力较大,面积略小,后续钻进面积大致相等,保证 4 次钻进时钻头阻力基本相等,钻进压力、速度均匀。

图 3 给出了盖亚旋喷桩具体施工工艺流程。

2.1.2 地下连续墙

该工程地下连续墙采用德国宝峨 BC40 铣槽机一铣成槽,地连墙长 2.8 m,厚为 1.5 m,与桩基咬合,咬合长度为 43 cm,具体如图 4 所示。

铣槽机成槽是通过液压系统驱动下部两个轮轴转动,水平切削、破碎地层,采用反循环出渣,通过中间吸管将切削的渣土混合物吸出地面然后通过地面

1.2 水文信息

地表水主要受潮汐影响,根据当地潮汐表,当地最高潮位约为 3.0 m,最低潮位约为 -2.5 m。受潮汐影响,在涨潮和退潮期间,水流十分湍急,一天内平潮的时间很短,仅有 1~2 h,一个月内有 2 个时段各 2 d 潮位相对平稳。地下水主要为潜水,埋藏于桥区陆地及岛屿第四系覆盖层中的孔隙水和上部强风

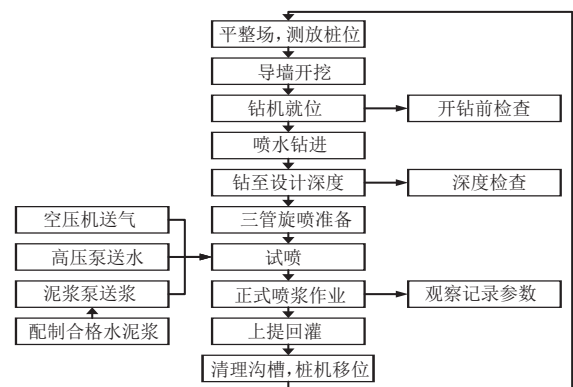


图 3 高压旋喷桩具体施工工艺流程图

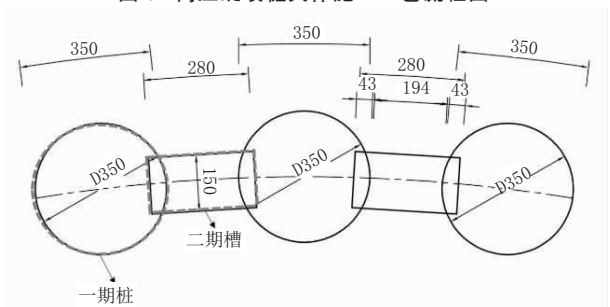


图 4 接头大样图

泥水处理站处理。处理完的符合浓度的泥浆再通过循环系统再次进行利用,通过反复的泥浆循环与岩土体切削,最终完成成槽。地下连续墙详细施工工艺流程如图 5 所示。

3 关键施工技术

新型桩-墙咬合施工须先进行 I 期旋喷桩施工后,再在两相邻旋喷桩之间进行地下连续墙成槽施工,需具备如下关键施工技术。

3.1 I 期桩跳槽施工

在现场施工中,I 期桩在未进行跳槽施工时相邻

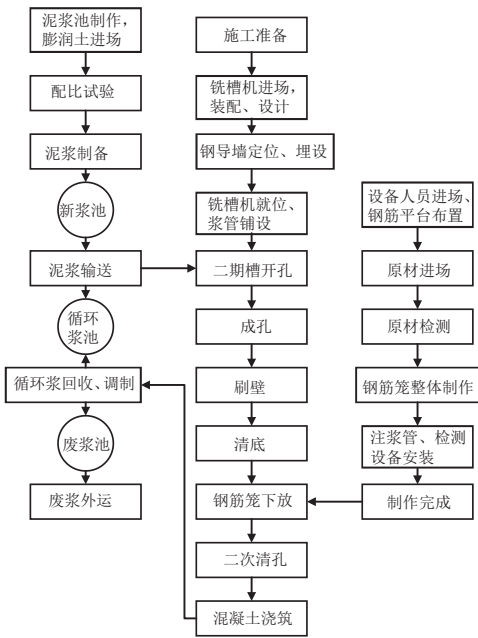


图5 地下连续墙施工工艺流程图

槽之间影响较大。因此,在观察到该结果后进行 I 期桩跳槽施工,即:在施工过程中,两桩之间间隔一根桩位进行施工,在两桩施工完成后,进行中间桩施工。

3.2 I 期桩与 II 期墙龄期差控制

I 期桩与 II 期墙龄期差太大的话,会导致铣槽难度大。适当减少 I 期桩与 II 期墙龄期,可以提高施工效率,缩短工期。在项目实际施工中,桩-墙混凝土龄期差控制在 7 d 左右,在混凝土达到设计强度 75% 左右后进行地下连续墙铣槽施工,避免因混凝土龄期差过小导致铣槽效果不佳,以及混凝土龄期差过大导致铣槽进尺慢的情况出现。

3.3 钢筋笼设计

桩-墙咬合施工中,旋喷桩为直径 3.5 m 的大直径圆桩,而其钢筋笼则为方形钢筋笼。由于桩-墙咬合施工中,地连墙施工需对已浇筑旋喷桩进行部分铣除,若旋喷桩钢筋笼为圆形则会造成铣槽过程中铣槽机对钢筋笼进行切削,从而造成旋喷桩变形破坏,且铣断的钢筋会被吸入铣槽机导管中,造成堵管。因此,在桩-墙咬合设计中,旋喷桩钢筋笼与地下连续墙钢筋笼形式皆设计为矩形形式,具体如图 6 所示。

3.4 钢导墙设计

通常,地下连续墙导墙一般为现场钢筋混凝土制作,制作时间较长,且不能进行循环利用。在该工程施工中,采用钢导墙代替常规钢筋混凝土导墙,避免了常规混凝土导墙制作的繁琐工艺。该工程采用

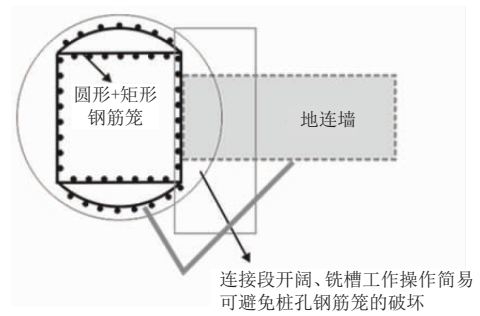


图6 桩-墙咬合基础钢筋笼布置示意图

的钢导墙内部长、宽、高尺寸分别为 2.85 m、1.56 m、1.2 m,具体尺寸如图 7 所示。

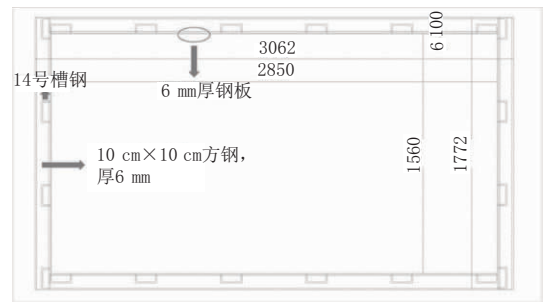


图7 钢导墙俯视图

钢导墙安置过程前需进行测量放样,确定导墙中线并标记,在沟槽开挖之后安置钢导墙,利用履带吊吊装下放,吊装完成后钢导墙墙顶宜比地面高 5-10 cm,吊装完成后还需进行导墙两侧土体回填,在钢导墙两侧距离地面 50 cm 位置使用 C20 混凝土代替土体回填,固定钢导墙。

在槽段施工结束后,待混凝土达到设计强度,将钢导墙挖出,进行回收利用。

3.5 铣接头施工

地下连续墙结构采用“铣接法”施工,即在两个 I 期槽中间进行 II 期槽成槽施工时,铣掉 I 期槽端头的部分混凝土形成锯齿形搭接,环形 I、II 期槽孔在槽体轴线方向的搭接长度为 43 cm。“铣接法”接头施工见图 8 所示。

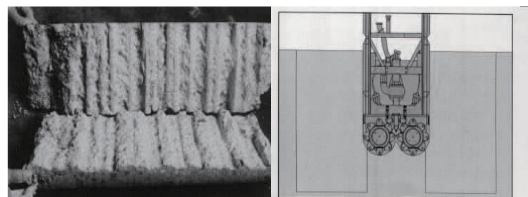


图8 铣接法施工示意图

该项目 I 期桩浇筑前下放特制挡土板,挡土板长度 7.6 m,浇筑完成后挡土板拔除,提前预留出 II 期槽槽口,保证导向定位。I 期桩浇筑前示意图如图 9 所示。这样设计的另一个好处是,可以增加接缝处的渗流路径长度,且较先施工地下连续墙后施工旋

挖桩时更加便捷。

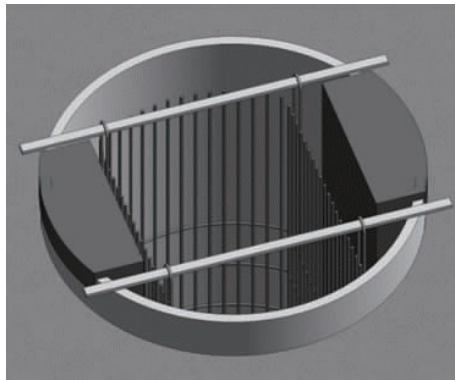


图9 I期桩浇筑前示意图

3.6 槽壁稳定性控制

该项目成槽最大深度达46.3m,且成槽施工时间较长。如何缩短成槽时间,减小槽壁暴露时间、降低槽壁坍塌风险是该工程的一大难点。施工过程中采用以下方式进行槽壁稳定性控制:

(1)槽壁加固。为了提高地下连续墙上部软层成槽过程中的槽壁稳定性,防止塌孔的,对地下连续墙上部槽壁采用高压旋喷桩加固,水泥土搅拌桩桩径600mm。

(2)适当调大泥浆比重和粘度,严格执行泥浆测试频率,及时掌握泥浆指标。安排专人现场看守,控制好泥浆液面不低于导墙以下50cm,且控制泥浆液面高于地下水位1m以上。

(3)成槽时,在铣槽机位置铺置钢板,减小对下部土体的扰动。

(4)机械行走尽量避开施工槽段,减少对槽壁的影响。

4 结 语

基于某大桥东锚碇基坑支护工程对新型桩-墙咬合圆形锚碇基坑支护施工工艺进行施工过程关键技术研究,得出以下结论:

(1) I期桩施工应跳槽施工。

(2) II期地下连续墙施工应减少与I期桩基混凝土龄期差。

(3)桩体、墙体钢筋笼设计为矩形,避免增加铣槽困难。

(4)钢导墙代替常规导墙能有效缩短工期,避免常规导墙制作的繁琐工艺。

(5)铣接头施工更有利于桩-墙咬合效果。

(6)需进行成槽过程中槽壁稳定性控制,降低槽壁坍塌风险。

参考文献:

[1] 陈开御,周璞.地下连续墙基础在桥梁工程上的应用[J].桥梁建设,1995(1):48-51.

[2] 孙立功,张碧.广州珠江黄埔大桥圆形地下连续墙施工技术[J].铁道建筑,2008(9):28-29,113.

[3] 杨小龙,韩雪丹,朱国金,等.滇中引水工程龙泉倒虹吸盾构接收井围护结构设计[J].水利规划与设计,2019(2):131-135,144.

[4] 邓百印,王海云.武汉阳逻长江大桥南锚碇圆形地连墙下帷幕灌浆施工[J].资源环境与工程,2007(2):117-120.

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

投稿网站: <http://www.csdqyfh.com> 电话:021-55008850 联系邮箱: cdq@smedi.com