

钢板桩和扩大头锚索组合结构 在河道驳岸设计的应用

王 强¹, 周 扬²

(1. 常州市水利建设投资开发有限公司, 江苏 常州 213001; 2. 江苏省水利建设工程有限公司, 江苏 扬州 225000)

摘要:经多次会商及方案比选,新沟河常州天宁区境内河道工程护岸临路路段采用钢板桩和扩大头锚索组合结构设计护岸,避免破坏现状道路和拆迁已有建筑物,缩短工期、减少拆迁成本、节约了总投资。

关键词:钢板桩; 扩大头锚索; 组合设计; 节约投资

中图分类号:TU472 **文献标识码:**B **文章编号:**1007-7839(2020)S2-0034-04

Application of combined structure of steel sheet pile and anchor cable with extension head in river revetment design

WANG Qiang¹, ZHOU Yang²

(1. Changzhou Water Conservancy Construction Investment and Development Co., Ltd.,
Changzhou 213001, China; 2. Jiangsu Hydraulic Engineering Construction Co., Ltd., Yangzhou 225000, China)

Abstract: After consultation and scheme comparison for many times, combined design revetment of steel sheet pile and anchor cable with extension head were adopted in the riverway engineering adjacent section of Xingou River in Tianning District, Changzhou, so as to avoid damaging the current road and demolishing the existing buildings, which could shorten the construction period, reduce the demolition cost and save the total investment.

Key words: steel sheet pile; anchor cable with extension head; combined design; save investment

钢板桩因其自身结构轻、强度高、施工简便、隔水性能好、经济环保又可循环利用等优点被广泛应用于各种基础基坑围挡等工程。钢板桩通常联合锚杆形成桩锚体系,通过锚杆的受拉作用限制钢板桩桩顶的水平位移和约束岸坡土体的变形。钢板桩结构不仅能作为一种临时支护结构,在地质条件和施工条件满足的前提下,完全可以应用于永久性船闸工程以及港口、航道工程中。特别在一些施工条件局限难以大范围基坑开挖、具有干地打桩的施工条件的水利及航道工程得到广泛应用。20 世纪以来,江苏积极推广钢板桩在船闸、港口与航道中的应用,如江阴新夏港船闸、京杭运河常州段航道

整治等重点工程。

1 工程概况

新沟河延伸拓浚工程是《太湖流域水环境综合治理总体方案》中安排的近期治理引排项目之一,也是国务院批复的《太湖流域防洪规划》确定的流域洪水北排长江的骨干工程之一。工程实施后可以提高流域洪(涝)水北排长江的能力,减少入太湖的污染负荷、改善梅梁湖湖区水质,增强太湖西北部湖湾有序流动,提高太湖水环境容量。

新沟河延伸拓浚工程北起长江,利用新沟河拓浚至石堰,然后分东、西 2 支,东支利用漕河一五牧

收稿日期:2020-07-06

作者简介:王强(1972—),男,高级工程师,主要从事水利工程建设管理工作。

河拓浚至沪宁城际铁路南侧,再向西南平地开河至京杭运河,立交穿过京杭运河,在现直湖港西侧平地开河至锡溧漕河,再利用南直湖港疏浚直至太湖;西支利用三山港拓浚至京杭运河,再穿过京杭运河利用武进港疏浚至太湖。

工程主要建设内容为河道延伸拓浚工程、堤防工程、护坡护岸工程、闸站枢纽工程、跨河桥梁工程、口门控制工程和水系调整工程等。

新沟河延伸拓浚工程常州天宁区境内河道工程所涉及三条河段长度分别为新沟河(舜河)段河道总长 6.637 km、三山港段 1.318 km、漕河 1.101 km,总长 9.056 km。钢筋混凝土直立墙护岸为 8.505 km,素混凝土护坡为 4.952 km,土坡为 2.92 km。

2 护岸设计变更的原因

2.1 解决问题

新沟河段、三山港段现状航道等级为Ⅵ级,根据《常州市航道网规划》,规划航道等级为Ⅴ级,尤其是新沟河段拓宽后河底宽度达到 60 m,水面开阔。可研、初设阶段,新沟河是以水利工程立项,主要考虑河道过水能力,以及自然水流对河道的影响(弯道段集镇段护砌),且受工程投资所限,未全面、系统满足新沟河功能需求,尤其未考虑船行波对岸坡的破坏。随着地方经济发展,航道网升级以及新沟河控制运用后,新沟河运行水位抬高,船行波影响导致河堤冲刷、岸坡坍塌和河道淤积现象会愈加严重,仅对河道拓浚和局部护砌,难以根治以上问题,会出现类似一期治太九曲河、白屈港等骨干工程情况,影响工程安全运行,进而影响新沟河防洪、排涝等水利功能的发挥。因此,全面统筹考虑新沟河航运功能,确保工程长期稳定安全运行,适应地方经济社会持续发展要求,新沟河常州天宁区境内河道整治方案有必要作进一步调整。

新沟河段西岸现状为现状河口接 8m 宽道路,初设方案为拆除新建钢筋混凝土挡墙,并复建道路。由于该段道路交通繁忙,而且路后为密集居民区,按常规挡墙方案,施工期需挖断道路,但没有空间修筑便道保证居民通行。为尽量避免破坏现状道路和拆迁已有建筑物,缩短工期、尽可能地降低对居民的影响,同时还应该最大限度的降低开挖操作,缩短对沿河产矿企业土地占用,降低房屋拆迁数量,以便于减少工程的经济成本。需将常规开挖施工方案调整为免(少)开挖的永久支护式方案,因

此,建议对拆赔实施难度较大的河段护岸型式进行调整。

综上,经多次会商及方案比选,新沟河常州天宁区境内河道工程护岸临路段护岸采用钢板桩支护的型式,其余全部为钢筋混凝土直立式挡墙。变更后共新建挡墙 11.403 km(已扣除江阴境内长度),钢板桩护岸 5.16 km。

2.2 拟定钢板桩和扩大头锚索组合结构方案

经综合考虑,如果采用锚拉式钢板桩支护方案将具有以下优点:①不需要修筑顺河围堰;②开挖断面较小,不影响沿河道路通行;③施工速度较快;④河道工程有成熟案例,目前省内该护岸型式广泛运用于航道工程护岸,如常州大运河整治工程。

根据本工程情况根据初设河口线走向,确定钢板桩位置位于现状河口线,陆上打入钢板桩,施工时无需顺河围堰,桩长、有效高度根据计算确定。钢板桩材质为 Q345B,对桩顶 5 m 范围进行防腐处理,临水面环氧富锌漆 100 μm ,中间层及氯化橡胶面漆 200 μm ,背水面适当减小。顶部设混凝土帽梁。由于该段紧邻路边挡土高度大,顶部还需增设扩大头拉锚。

本段长度 5162 m,起讫桩号 6+656—11+806。其中 6+656—9+740 桩号范围,护岸长 3100 m,钢板桩长 12 m,锚固段长 16 m(部分差土段,总长约 700 m,锚固段长 22 m);9+740—11+806 桩号范围,护岸长 2062 m,钢板桩长 15 m,锚固段长 27 m。

3 钢板桩和扩大头锚索组合结构设计

3.1 受力分析

本钢板桩挡土顶高程按平均 6.5 m 考虑,墙前稳定平台高程按 1.0 m 考虑,锚拉深度位于桩顶下 1.0 m。该边界条件可按单锚深埋支撑式钢板桩墙进行设计。

以桩长 12 m 的钢板桩计算为例,土层参数取 SCJ010 孔。计算得板桩最小入土深度为 4.06 m,最小桩长 10.06 m,取 12 m。桩身最大弯矩为 225.2 kN·m,锚杆入射角度 15°,锚杆需要最大轴向拉力为 323.9 kN。钢板桩计算简图及荷载分布图见图 1、2,钢板桩结构图见图 3。

3.2 钢板桩技术指标

根据计算结果选定 U 型钢板桩有效高度 200+200=400 mm,壁厚 10 mm,单块板宽 600 mm,桩长 12 m,能够满足荷载要求。钢材强度等级为 Q345B,

不小于 300 mm。材料应不低于织物内增强聚氯乙烯(GB129520—2011)中的规定。

锚具、夹具和连接器的性能均应符合现行国家标准《预应力筋用锚具、夹具和连接器》GB/T14370—2007 的规定。锚杆水平间距为 2.4 m,锚杆为 25 mm 钻孔孔径 300 mm,压 M30 水泥砂浆,锚固段长度为 16 m,锚杆计算可承受最大拉力的安全系数大于规范的安全系数 2.0。

4 经济合理性分析

根据市场调研,计算确定的钢板桩每延米综合单价详见下表,考虑实施时单位差异,价格波动等情况,概算单价按 12 m 桩每延米 12 000 元,15 m 桩每延米 15 000 元考虑。

若采用悬臂式挡墙结构型式,基础采用 φ60 水泥搅拌桩。同期土建造价分析如下:

以上数据可以看出,12 m 钢板桩挡墙造价与混凝土悬臂式挡墙造价比较接近。15 钢板桩挡墙施

工造价比混凝土悬臂式挡墙最多高出约每米 3 000 元,考虑到 15 m 桩段,搅拌桩也会加长,实际差距没有这么高。全段全部采用钢板桩挡墙增加造价约 1 500 万元。

根据地方政府评估若采用悬臂式挡墙施工期,沿线道路,部分房屋、工厂拆迁费用约 2 亿元,综合比较采用钢板桩挡墙更经济,节约投资 18 500 万元。

5 结 语

综上所述,护岸工程对内河航道及水利河道的有效整治具有十分重要的意义,尤其是钢板桩和扩大头锚索组合结构设计护岸很好解决了土地占用、施工场地有限和减少拆迁成本、缩短工期的难题。但是在施工期需要注意钢板桩防腐、锚拉、河道断面等要严格按照规范和设计技术标准检测验收,确保钢板桩埋土深度,尽量避免在建设期行洪,加强汛期和运营期间护岸动态监测,确保河道护岸的施工质量和正常运营。

表 1 钢板桩延米造价分析表(桩长 12 m)

项目	类型	单位	工程量/ (t·根 ⁻¹)	工程量/ (t·m ⁻¹)	单价 /元	造价/ (元·m ⁻¹)
U 型钢板桩/t	600 mm×200 mm×10 mm L=12 m	t	0.978	1.630	3 880	6 324
打桩施工费	振动锤打桩法	t	0.978	1.630	600	978
钢盖板	材料及安装	t		0.063	5 880	369
防腐	一根(迎、背水面 4 m 长度防腐)	m ²	8.224	13.730	25	343
锚拉	22 m 间距 2.4 m	m		9.170	240	2 200
合计		合计				10 215

表 2 钢板桩延米造价分析表(桩长 15 m)

项目	类型	单位	工程量/ (t·根 ⁻¹)	工程量/ (t·m ⁻¹)	单价 /元	造价/ (元·m ⁻¹)
U 型钢板桩	600 mm×200 mm×10 mm L=15 m	t	1.2225	2.0375	3 880	7 906
打桩施工费	静压打桩法	t	1.2225	2.0375	600	1 223
钢盖板	材料及安装	t		0.0628	5 880	369
防腐	一根(迎、背水面 4 m 长度防腐)	m ²	8.2240	13.7300	25	343
锚拉	33 m 间距 2.4 m	m		13.7500	240	3 300
其他						
合计		合计				13 141

桩身均匀性和判断桩身强度,开挖探坑进行完整性观测,现场做渗水试验。

2.5 特殊情况应急措施

出现特殊情况或异常情况,应停止施工并向业主等相关方上报,经过专业人员指导许可后方可继续施工。施工过程中,如遇到停电或特殊情况造成停机导致成桩工艺中断时,均应将搅拌机下降至停浆点以下 0.5 m 处,待恢复供浆时再喷浆钻搅,以防止出现不连续桩体。如因故停机时间较长,宜先拆卸输浆管路,妥为清洗,以防止浆液硬结堵管。发现管道堵塞,应立即停泵处理。待处理结束后立即把搅拌钻具上提和下沉 1.0 m 后方能继续注浆,等 10~20 s 恢复向上提升搅拌,以防断桩发生。

搭接施工间歇时间不超过 2 h,因故停机不超过 10 h,如重新钻进补接,重叠长度不得小于 1.0 m。因故停机超过 24 h,防渗墙连接处后续施工应与有效墙体保持净距不超过 50 mm,进行对接或在两侧贴接,中间不连续处必须采用高压喷射注浆补强。喷射注浆时按工艺要求提升注浆管,由下向上喷射注浆。注浆管分段提升的搭接长度宜大于 100mm。当高压喷射注浆完毕,应迅速拔出注浆管;为防止浆液凝固收缩影响桩顶高程,必要时可以原孔位采用冒浆回灌或第二次注浆等措施。高压喷射注浆压力初定为 0.5~1 MPa。灌浆浆液的浓度

应由稀到浓,逐级变换。

2.6 安全保证措施

施工人员应注意用电安全,应有 3 级保护装置,电工应有操作证,电焊时应持证上岗,现场配电箱应上锁,持有电工操作证人员保管钥匙,非电工操作证人员,严禁操作电器设备。所有施工人员,须配戴劳动防护用品(安全帽)。所有机具应有相应合格证,施工前应进行检查,合格后方可使用。施工人员应按机械安全操作规程进行施工。

参考文献:

[1] 张耀东. 浅谈三轴水泥搅拌桩施工技术措施[J]. 建材与装饰, 2019(11):22-23.

[2] 杨斌. 水泥搅拌桩在水工施工中的应用[J]. 河南水利与南水北调, 2016(11):31-32.

[3] 程谱学, 高建新, 王珊. 水泥搅拌桩防渗墙生产性试验技术分析[J]. 河南水利与南水北调, 2015(18):75-76.

[4] 孙绪波. 水库深层搅拌水泥桩截渗墙处理技术[J]. 水利科技与经济, 2015, 21(6):117-118.

[5] 张宇昕. 水泥搅拌桩防渗技术在平原水库中的应用[J]. 山东水利, 2014(1):7-8.

[6] 高千然. 浅析水库深层搅拌水泥桩截渗墙处理技术[J]. 科技创业家, 2012(24):24.

(上接第 37 页)

表 3 悬臂式挡墙造价分析(200 m 单元)

项目	类型	单位	工程量	单价/元	总价/元	备注
水泥搅拌桩	φ60 * 8000	m	3391.20	183.99	623946	
挡墙底板封底	C25	m ³	124.20	385.19	47840	
挡墙底板	C25	m ³	771	411.61	317351	
挡墙墙身	C25	m ³	455	579.71	263768	
橡胶止水		m	170	105.49	17933	
聚乙烯低发泡板	2cm	m ²	135	51.86	7001	
挡墙钢筋		t	73.56	5228.69	384622	
顺河围堰	双排管桩	m	1600	200	320000	
小计					1988629	
平均造价 9 943(元·m ⁻¹)						

参考文献:

[1] JGJ282-2012, 高压喷射扩大头锚杆技术规程[S].

[2] GB/T 29654-2013, 冷弯钢板桩[S].

[3] GB/T14370-2007, 预应力筋用锚具、夹具和连接器[S].

[4] DB32/T 2334—2013, 水利工程施工质量检验与评定规范[S].

[5] JTS257-2008, 水运工程质量检验标准[S].