

上海临港新城滴水湖出海闸 SMW 工法桩的质量控制

卢琦琳

(上海协众工程管理有限公司, 上海市 200232)

摘要:结合工程实例,对 SMW 工法桩在水闸基础上的应用进行了探讨,提出了施工工艺要求、质量控制方法和质量检验内容及相关成果。

关键词:节制闸;SMW 工法;施工工艺;质量控制;上海市

中图分类号:TV66 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-7716(2006)03-0047-03

0 引言

SMW 工法是使用搅拌叶片和螺旋钻搅拌待加固土体的技术,使水泥类悬浊液在原地层中与土体(soil)搅拌混合(Mixing)形成墙体(wall)的原位加固技术(简称 SMW 工法)。它与钢筋混凝土地下连续墙和钻孔灌注桩施工工艺相比,具有造价低、工期短、对周围环境影响小等特点,尤其在软土地基基础围护施工中优势更为明显。近年来 SMW 工法主要用来构筑防渗性临时挡土墙及防渗构造物,其施工工艺已大量应用于轨道交通地下车站、地下建筑工程和其它工程基础围护施工中,取得了较好的社会和经济效益。

SMW 工法桩近年来在水利工程的水闸和泵站基础施工中也已开始应用,但目前还没有相应的标准、规范可参照执行。为保证 SMW 工法桩的施工质量,上海市水利建设工程质量监督中心站在滴水湖出海闸基础围护工程中,以水泥搅拌桩施工规范为基础,根据设计要求,结合本工程特点,经过收集、分析相关工程实例的资料,研究制定了《滴水湖出海闸工法桩施工技术与管理要求》,其中包括基本规定、施工技术、质量检验三部分,介绍如下。

1 工程概况

滴水湖出海闸为新建 3 孔 10m 节制闸,工程等级为 I 级水工建筑物,闸室、桥与大堤连接段箱型基础均采用 D850 “SMW”工法桩(三轴水泥土搅拌桩)作止水帷幕及地基加固,共分为两部分:一是闸室四周防渗止水帷幕兼闸底板地基处理,桩底标高 -24m,桩端进入⑤₁₋₂层;二是箱型结构的地基加固兼止水帷幕。

2 SMW 工法桩施工

本工法桩施工采用二喷二搅的施工方法进行施工,施工内容包括导沟开挖、桩机就位、土体搅拌与注浆、型钢插入与

拔除等,具体施工方法如下(参见图 1):

2.1 导沟开挖

根据基坑维护内边的控制线,进行开挖导沟施工,并清除地下障碍物,根据现场土质的条件,导沟的开挖尺寸:宽度控制在 1~1.2 m,深度控制在 0.5~0.8m。开挖导沟产生的余土及时进行清理,以保证 SMW 工法桩的正常施工。

2.2 桩机就位

为避免挤土,桩体采用由内向外的施工顺序,每幅及每排的搭接顺序为 200mm。

(1)桩机就位,移动前看清上、下、左、右各方的情况,发现障碍物应及时清除,桩机移动结束后认真检查定位情况,及时纠偏。

(2)桩机应平稳、平正,并用线锤对龙门立柱垂直定位观测以确保桩机的垂直度。

(3)三轴搅拌桩三轴中心间距 1200mm,三轴水泥搅拌桩桩位定位后再进行定位复核,偏差值应小于 3cm。

2.3 搅拌速度与注浆控制

(1)三轴水泥搅拌桩在下沉和提升过程中均应注入水泥浆液,同时严格控制下沉和提升速度。对于粘土一般在 0.5~1.0m/min,砂土 1.0~1.5m/min,钻机提升搅拌速度一般 1~2m/min,采用一次钻进一次提升方法。通常下沉速度不大于 1m/min,提升速度不大于 2m/min,且在桩底部分适当持续搅拌注浆,做好每次成桩的原始记录,见图 2。

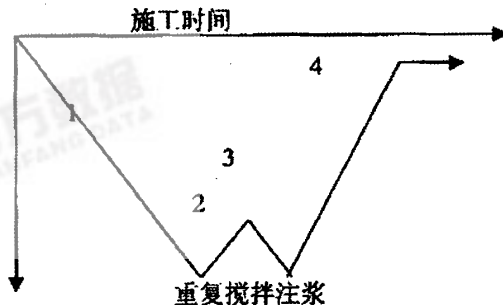


图 2 搅拌注浆中下沉及提升速度控制

(2)水泥浆液制备及浆液注入

浆液的搅制采用 32.5 普通硅酸盐水泥,参考浆液配合比范围为水泥:膨润土:水=(270~360kg):(5~15kg):(450~900kg),具体配合比应通过加固土室内试验的检验方能使用,15% 浆液配比为 1:1.7,20% 浆液配比为 1:2.5,注浆压力为 1.5MPa~2.5MPa。

2.4 H 型钢施工方法

三轴水泥搅拌桩施工完毕后,吊机应立即就位,准备吊装 H 型钢。H 型钢的施工方法包括 H 型钢的制作准备、定位与沉放、回收拔除三个环节。

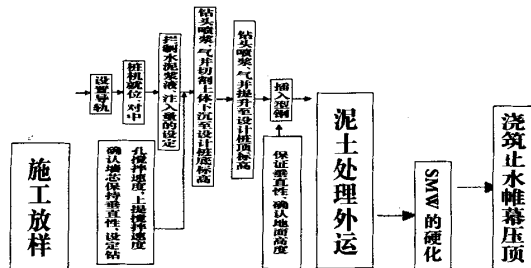


图 1 SMW 工法施工工艺流程图

收稿日期:2006-03-17

作者简介:卢琦琳(1977-),男,江苏建湖人,工程师,副总经理,从事工程监理工作。

(1) H型钢的制作准备

a. H型钢使用前,在距型钢顶端处开一个中心圆孔,孔径约8cm,并在此处型钢两面加焊厚 $\geq \Phi 12\text{mm}$ 的加强板,中心开孔与型钢上孔对齐。若所需H型钢长度不够,需进行拼接,焊缝应均为破口满焊,焊好后用砂轮打磨焊缝保证型钢面的平整度。

b. H型钢在使用前必须清除H型钢表面的污垢、铁锈和水迹,然后涂刷均匀减摩剂,以利拔出。减摩剂用电热棒加热至完全融化,当用搅棒搅拌感觉厚薄均匀时,才能涂敷于H型钢上,否则涂层不均匀,易剥落,一旦发现涂层开裂、剥落,必须将其铲除,重新涂刷减摩剂。

(2) 定位与沉放

a. 根据高程控制点,用水准仪引放到定位型钢上,根据定位型钢与H型钢顶标高的高度差确定吊筋长度,在型钢两腹板外侧焊好吊筋($\geq \Phi 12$ 线材),误差控制在 $\pm 5\text{cm}$ 以内。装好吊具和固定钩,然后用50t吊机起吊H型钢,用线锤校核垂直度。

b. 在沟槽定位型钢上设H型钢定位卡,型钢定位卡必须牢固、水平,必要时用点焊与定位型钢连接固定;型钢定位卡位置必须准确,要求H型钢平面度平行基坑方向 $L \pm 4\text{cm}$ (L为型钢间距),垂直于基坑方向 $s \pm 4\text{cm}$ (S为型钢朝基坑面保护层);将H型钢底部中心对正桩位中心并沿定位卡靠型钢自重徐徐垂直插入水泥土搅拌桩体内,垂直度控制用线锤控制。用槽钢穿过吊筋搁置在定位型钢上,待水泥土搅拌桩达到一定硬化时间后,将吊筋与沟槽定位型钢撤除。

c. 施工过程中由专人负责记录,详细记录每根桩的下沉时间、提升时间和H型钢的下插情况。

(3) 回收拔除

a. 根据设计要求,本支护结构的H型钢在结构强度达到设计要求后全部拔出回收。拔出采用专用夹具及千斤顶以圈梁为反梁,起拔回收H型钢;起拔过程中始终用吊车吊住顶出的H型钢,当千斤顶顶至一定高度后,用50t吊车将型钢拔出桩体。

b. 基坑开挖后,设置支撑钢牛腿时,必须清除H型钢外露部分的涂层,方能电焊。地下结构完成后撤除支撑,必须清除钢牛腿和牛腿周围的混凝土,并磨平型钢表面,然后重新均匀涂刷上减摩剂,否则型钢将无法拔出。

c. 施工顺序:挖沟、人工清泥→起拔机就位、施加反力→吊机就位→起吊H型钢→空隙密实。

3 质量控制要点

(1) 严格控制浆液配比,保证浆液质量,做到有专职人员负责管理浆液配置,配置应使用淡水,不得使用海水。

(2) SMW工法桩身要求:桩身应保持垂直(用线垂校正桩架的垂直度);桩身连续均匀,水泥掺量符合设计要求;施工前严格按照设计提出的搅拌桩两边尺寸外放100mm;要求进行定位放样,孔位放样误差小与4cm,钻孔深度误差小与 $\pm 5\text{cm}$,桩身垂直度 $\leq 1/150\text{mm}$,平面定位差 $\leq 50\text{mm}$ 。

(3) 施工顺序应由内至外,避免因挤土对已施工桩产生不利影响;场地布置综合考虑各方面因素,避免设备多次搬迁、移位,减少搅拌和型钢插入的间隔时间,尽量保证施工的连续性。

(4) 桩头挖除浮浆段不得小于1000mm,若1000mm以下桩体质量达不到要求则继续挖除不符合要求部分,并

进行接桩处理。

(5) 相邻桩施工时间超过10h须作加桩处理。

(6) 插入型钢时,不得向坑内侧(闸室底板)倾斜,定位差 $< 50\text{mm}$,垂直度 $\leq 1/150\text{mm}$,下插过程中始终用线锤跟踪控制H型钢垂直度;与压顶之间用油毛毡进行隔离。

(7) 对拔桩位置空隙(围护桩除外),应回灌处理,可视需要采取压浆处理,以保证帷幕可靠及地基加固的完整性。

(8) 围护结构以外10m内超载不得大于20kPa,单排围护桩外5m范围卸土 $1\text{m} \sim 1.0\text{m}$ 。

(9) 围护桩压顶梁强度达到80%及桩身强度达到1.0MPa后方可基坑开挖。

(10) 确保桩身强度及均匀性的措施:

a. 水泥流量、注浆压力采用人工控制,严格控制每桶搅拌桶的水泥用量及液面高度,用水量采取总量控制,并用比重仪随时检查水泥浆的比重;

b. 土体应充分搅拌,严格控制钻孔下沉、提升速度,使原状土充分破碎,有利于水泥浆与土的均匀拌合;

c. 浆液不能发生离析,水泥浆液应严格预定配合比制作,为防止灰浆离析,放浆前必须搅拌30s再倒入存浆桶;

d. 压浆阶段输浆管道不能堵塞,不允许发生断浆现象,全桩须注浆均匀,不得发生土浆夹芯层;

e. 发生管道阻塞,应立即停泵处理。待处理结束后立即把搅拌机具上提和下沉1m后方能继续注浆,等10~20s恢复向上提升搅拌,以防止断桩发生。

(11) 埋设在压顶圈梁中H型钢部分的保护隔离措施:浇筑压顶圈梁绑扎钢筋前,先要清除H型钢表面的水泥土,同时在H型钢表面必须先用牛皮纸包裹二层,用封箱胶带固定、粘牛牛皮纸,牛皮纸包裹高度高出圈梁顶5cm;外侧再用泡沫塑料包裹在牛皮纸外,用宽封箱胶带($> 6\text{cm}$)将各泡沫塑料片接缝处从下至上全部粘贴封好,使各泡沫塑料片连成整体;最后用U型粗铁丝(> 80)卡固定。

(12) 挖土时对SMW工法桩和型钢的保护:基坑开挖时,随着土体不断挖去,SMW工法水泥土桩逐渐露出,为了有效保护好SMW工法水泥土桩,保证桩墙的稳定和止水性以及今后型钢能顺利拔出,要求机械挖土至离SMW工法水泥土桩边20cm时,采用人工将水泥土桩上的土体小心剥离下来;严禁挖土机械碰撞水泥土桩,若水泥土桩体被挖损并碰划型钢表面,使减摩剂涂层破损,必须马上清理好型钢表面,并补涂上减摩剂。

4 质量检验与应用分析

本工程成桩后7d内进行了质量跟踪检验,检验的内容、方法和成果如下:

(1) 成桩时取刀头土制成试块按28d龄期测定强度:每个机班做一组 $7.07 \times 7.07 \times 7.07\text{cm}^3$ 水泥土试块6块,15%水泥掺量的桩为 $> 1.0\text{MPa}$,20%水泥掺量的桩为 $> 1.2\text{MPa}$,见表1。

表1 28天水泥土试块强度汇总表(刀头土)

序号	设计强度等级(Mpa)	工程部位	组数	检测结果		平均值达设计值(%)
				平均值(Mpa)	最小值(Mpa)	
1	1.0	闸室基础处理	7	1.41	1.25	141
2	1.2	闸室基础处理	33	1.47	1.40	147

表 2 部分桩位静力触探试验报告汇总表(龄期 7d)

层序	土层名称	桩号:C2 标高:0.00		桩号:C86 标高:0.00		桩号:C357 标高:0.00		桩号:C601 标高:0.00		Ps(Mpa)
		H	ps	H	ps	H	ps	H	ps	
1-1	吹填土	0.00~	8.56	0.00~	4.93	0.00~		0.00~	3.40	5.86
		1.10		1.10		1.10	5.59	1.10		11.40
2-3	砂质粉土	1.10~	6.37	1.10~	3.50	1.10~		1.10~	5.93	3.40
		13.30		13.30		13.30	6.93	13.30		6.25
4	淤泥质粘土	13.30~	0.63	13.30~	0.74	13.30~		13.30~	0.77	3.50
		18.50		18.50		18.50	0.76	18.50		0.83
5-1.1	粘土	18.50~	0.72			18.50~				0.63
		24.00				24.00	2.28			2.14
										3.14
										0.70

(2)采用静力触探间接判断加固情况:按规定推算至 90d 强度接近上述强度指标 (见表 2),4 号层 (淤泥质粘土)7d 比贯入阻力实测平均值为 0.83MPa,而 90d 设计值为 1.2MPa,依据上海地基处理技术规范 (DBJ 08-40-94) 中相关公式推算 4 号层 ±0.83 MPa (比贯入阻力值)在 90d 后能满足设计要求。

(3)钻芯取样作为验证 28d 水泥土强度的辅助手段,强度

接近上述强度指标,数量为 2 根(见表 3)。

(4)钻芯取样同时对止水帷幕(水泥掺量 20%)进行抗渗试验,渗透系数 1×10^{-6} cm/s(见表 3)。

(5)基坑开挖后对桩位、基坑断面尺寸进行验收全部在允许的偏差范围内。

从检测的结果表 1~表 3 看,成桩后静力触探试验报告(龄期 7d)、28d 水泥土试块强度(刀头土)、28d 钻芯取样试验报告和抗渗试块等指标均符合设计要求,基坑经验槽实测也符合设计和规范要求,本工程的 SMW 工法桩在水闸基础施工中的应用是成功的,质量控制措施是有效的。

5 结束语

SMW 工法桩由于造价低、工期短等特点近年来在基础围护施工中广泛应用。本文结合工程实例,对 SMW 工法桩在水闸基础上的应用进行了探讨,提出了施工工艺要求、质量控制方法和质量检验内容及相关成果,可作为类似工程的参考。应该注意到该工法常出现因施工精度和搅拌不均匀等问题,影响工程质量,因此,控制 SMW 工法桩的水泥土强度和均匀性,加强施工精度等方面的质量管理,是个重要的课题,待进一步研讨。

表 3 28d 钻芯取样试验报告和抗渗试块汇总表

序号	桩号	取样深度(m)	设计强度(MPa)	实测强度(MPa)	渗透系数 KH(cm/s)
1	110#	2.5~2.9	1.2	1.91	2.9×10^{-6}
		9.5~9.9	1.2	1.85	3.1×10^{-6}
		13.5~13.9	1.2	1.22	3.0×10^{-6}
		16.0~16.4	1.2	1.03	4.7×10^{-7}
		18.5~18.9	1.2	1.04	2.6×10^{-7}
		22.0~22.4	1.2	0.99	1.9×10^{-7}
2	158#	2.5~2.9	1.2	1.98	2.7×10^{-6}
		9.5~9.9	1.2	1.73	3.0×10^{-6}
		13.5~13.9	1.2	1.27	3.1×10^{-6}
		16.0~16.4	1.2	1.02	3.6×10^{-7}
		18.5~18.9	1.2	1.05	3.5×10^{-7}
		22.0~22.4	1.2	0.99	2.2×10^{-7}



厦门最长跨海大桥动工

日前,厦门市规划的对外公路干线通道“一主四射一环三联”构架中的四射之一——杏林大桥正式开建。杏林大桥工程位于厦门市北部西海域,是今后进出岛的第四条跨海公路通道。全长约 8.53 公里,其中跨海大桥长 7.48 公里,建成后是我市最长的跨海桥梁。大桥由铁路和公路桥组成,整个工程预计在 2008 年底完成。杏林大桥是厦门市今年第一个新开工的重大基础设施项目,它的建设将对厦门经济可持续快速发展具有重要意义。

