

提高搅拌桩强度标准值合格率

侯东风 王少斌

(江苏科兴项目管理有限公司, 江苏 南京 210027)

【摘要】 提高水泥搅拌桩强度标准值合格率是确保杨林船闸引航道建筑物及防洪大堤地基稳定的关键。为此成立的QC小组通过前期工程质量调查,采用头脑风暴法分析,确认要因,并制定相应对策。通过对策实施和后期检测,搅拌桩强度标准值合格率达100%,保证了工程质量,节约了工程费用,带来了显著社会效益。

【关键词】 杨林船闸工程; QC; 强度标准值; 合格率

中图分类号: TV223

文献标志码: A

文章编号: 1005-4774(2017)01-0078-05

The improvement of qualification rate of mixing pile strength standard value

HOU Dongfeng, WANG Shaobin

(Jiangsu Kexing Project Management Co., Ltd., Nanjing 210027, China)

Abstract: The improvement of qualification rate of mixing pile strength standard value is critical for ensuring the stability of Yanglin Lock approach channel building and flood control levee foundation. QC group which is established accordingly adopts brainstorming method for analysis through previous engineering quality investigation. Reasons are analyzed, and corresponding countermeasures are formulated. The mixing pile strengthen standard value qualification rate is up to 100% through countermeasure implementation and subsequent testing, thereby guaranteeing project quality, saving engineering cost and bringing significant social benefits.

Key words: Yanglin Lock Project; QC; strength standard values; qualification rate

1 前言

水泥搅拌桩大量应用于工程建设,与其他地基处理形式相比具有造价低、工艺简单等优势。但在工程应用中也时常出现水泥掺入量不足、水泥掺入不均、搅拌不均匀、强度低或者强度离散性大等问题。本文通过苏州杨林船闸工程水泥搅拌桩QC小组活动的开展,对如何提高搅拌桩成桩均匀性、强度标准值进行了分析与探讨。

2 课题选择

杨林船闸为苏州杨林塘航道整治工程中临近长江

口的关键性控制工程。水泥搅拌桩用于船闸引航道结构物基础处理及防洪大堤边坡土性改良加固。

该船闸项目泥搅拌桩软基处理工程设计指标最高,且该区域地质条件极差,软基处理质量稍有偏差将可能直接导致引航道结构物失稳、防洪大堤坍塌。同时,目前搅拌桩施工队伍市场整体素质偏低,技术力量薄弱,施工工艺落后,质量可靠度偏低。在活动开展前通过常规工艺试桩,搅拌桩强度标准值无法达到设计指标。因此将“提高搅拌桩强度标准值合格率”作为该QC小组的活动课题。

3 现状调查

在QC小组成立前,根据现场搅拌桩试生产及检测情况来看,强度标准值合格率为25%~72%,变异系数范围为0.23~1.21,完全不能满足设计及规范要求。小组成员对该批搅拌桩成桩质量问题进行调查分析,结果见表1。

表1 水泥搅拌桩成桩质量问题调查

编号	质量问题项	频数	频率/%	累计频率/%
A	桩身强度离散性大	61	50.0	50.0
B	桩身平均强度低	34	27.9	77.9
C	桩身取芯率偏低	8	6.6	84.4
D	水泥土拌和不均,存在较多水泥结核	6	4.9	89.3
E	检测水泥用量不足	5	4.1	93.4
F	桩身不连续,出现软弱夹层	4	3.3	96.7
G	检测桩长不足	3	2.5	99.2
H	其他	1	0.8	100.0

根据成桩质量问题调查表绘制排列图(见图1)。

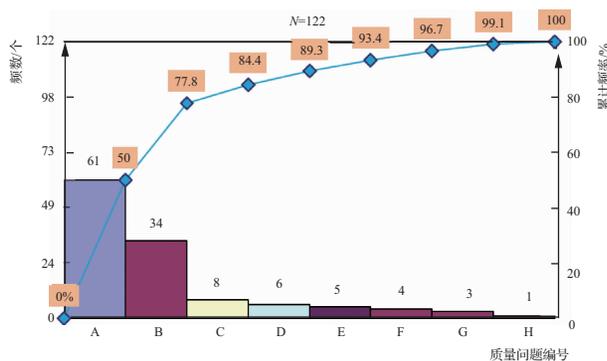


图1 水泥搅拌桩质量问题排列

根据排列图分析,水泥搅拌桩成桩质量问题主要

为:桩身平均强度低;桩身强度离散性大。故小组主要解决桩身强度低、强度离散性大等问题。

4 目标设定及依据

因项目地质特性决定搅拌桩成桩质量必须优良,且小组成员具有较为丰富的搅拌桩成功管理经验,有创新意识,能够顺畅地落实各项技术措施。故将目标设定为:桩身强度标准值合格率为100%,即桩身强度平均值合格率为100%、变异系数小于0.30。

5 原因分析及要因确认

QC小组针对水泥搅拌桩成桩质量确定了“桩身平均强度低、强度离散性大”主要因素后,运用头脑风暴法进行分析讨论,绘制关联图(见图2),得出浆液用量检测频率少、泵浆流速不稳定、人员操作不熟练、拌浆机计量不准确、钻速过快等14个末端因素。小组成员对末端因素制定了要因确认表(见表2),并逐一分析,确认主要因素为:浆液用量检测频率少、作业人员操作不熟练、桩机钻速过快、复搅次数深度不足。

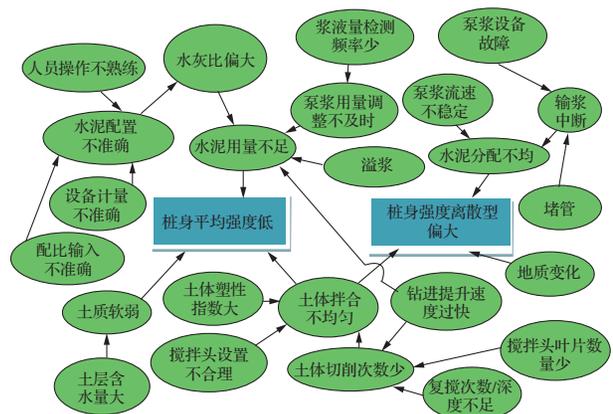


图2 水泥搅拌桩质量因素关联

表2 水泥搅拌桩成桩质量问题调查

序号	末端因素	确认内容	确认办法	负责人	日期	确认结果
1	浆液用量检测频率少	水泥用量增大或减少不能及时发现并调整	调查了解	侯东风	2013年11月18	要因
2	泵浆流速不稳定	易造成桩内水泥用量不均或不足	现场测试	杨俊 王庆尧	2013年11月18	非要因
3	土层含水量大	非本小组所能控制的因素				
4	人员操作不熟练	计量设备使用不正确,造成浆液配比不正确	调查了解	王庆尧 贾高楠	2013年11月18日	要因

续表

序号	末端因素	确认内容	确认办法	负责人	日期	确认结果
5	配比输入不准确	浆液拌制比重过小造成实际水泥用量不足	调查了解	刘银东 杨俊	2013年11月18日	非要因
6	拌浆机计量不准确	造成水灰比未达到要求,水泥用量出现偏差	调查了解	侯东风	2013年11月18日	非要因
7	复搅次数、深度不足	造成拌和不均匀,强度不足及离散性大	调查了解	王少斌 杨俊	2013年11月18日	要因
8	钻速过快	施工过程中造成浆液注入数量少,土体拌和不均匀	现场测试	刘银东 杨俊	2013年11月18日	要因
9	搅拌头叶片数量少	对土体切削次数减少,搅拌均匀性变差	调查了解	刘银东 贾高楠	2013年11月18日	非要因
10	搅拌头设置不合理	叶片角度、层高等因素将造成对黏土无法有效拌和	现场测试	王少斌	2013年11月18日	非要因
11	土体塑性指数大	土质过粘,土壤包裹钻头,土壤与水泥不能充分融合	调查分析	侯东风 马润南	2013年11月18日	非要因
12	土层地质变化大	非本小组所能控制的因素				
13	泵浆设备故障	后台输浆设备故障,输浆终止,钻进未能及时停止将出现桩身局部水泥用量不足或断桩	调查分析	杨俊 王庆尧	2013年11月18日	非要因
14	堵管	输浆中断,水泥不能注入土体,造成水泥用量偏低或断桩	调查了解	王庆尧 王少斌	2013年11月18日	非要因

6 制定对策

的4个要因,小组成员根据5W1H的原则,分别研究对策,认真制定目标,提出解决措施(见表3)。

针对影响水泥搅拌桩平均强度低和强度离散性大

表3 对策

序号	要因	对策	目标	措施	地点	时间	负责人
1	浆液用量检测频率少	提高浆液检测频率,及时修正浆液用量	浆液用量检测频率规定为不少于4次/机·d	制定工作制度,进行制度宣贯,小组长每日巡查	上下游	2013年11月	赵明海
2	作业人员操作不熟练	保持设备准确,对作业人员进行技术培训,熟悉业务技能	设备校核后准确率为100%,人员操作水平熟练,误操作率小于3%	定期校核拌浆机电子秤,邀请设备生产厂家技术人员到场培训,制作操作规程牌	下游北	2013年12月	侯东风
3	钻速过快	限制档位,防止钻速过快	限定档位为3档,钻速固定为1m/min	计算合理钻速,确定档位,实施检查档位使用正确性	上下游	2013年12月	王少斌
4	复搅次数、深度不足	加强监督,确保复搅次数和深度	确保2次复搅,深度达到桩长	制定处罚措施,旁站监理随时观察,有犯必究	上下游	2013年12月	刘银东

7 对策实施

a. 对策1:提高浆液用量检测频率,及时修正浆液用量。

措施 a:QC小组编制“杨林船闸双向水泥搅拌桩质量监控方案”,对关键措施制定了控制要点和检查频率,向班组进行交底。

措施 b:针对每台桩机,由QC小组设计并安排制作了 $\phi 170 \times 120\text{cm}$ 钢质圆形计量筒兼储浆桶,使用该装置实现了浆液用量准确测定。在发现浆液用量偏差超过理论用量的5%时,立即对灰浆泵泵速进行调整,并重新测定。

实施结果确认:对搅拌桩浆液用量测定记录表进行统计汇总,QC小组成员及现场监理共测定浆液用量2485次,平均抽测频率为5.5次/机·d。发现水泥用量偏差超标21次,及时修正输浆量21次,水泥用量控制较为准确。

b. 对策2:对作业人员进行技术培训,熟悉业务技能。

措施 a:定期校核拌浆机电子秤,确保电子秤计量准确。

措施 b:邀请自动拌浆机生产厂家技术人员到场,对作业人员进行设备操作技能培训。QC小组在培训基础上制作了操作规程牌供作业人员随时查看学习。

实施结果确认:共校核拌浆机电子秤36台次,一次校核准确性为86.1%,校核偏差超标项均重新进行了校准,二次校核准确度为100%。在该时间段内小组成员测试作业人员操作17次,误操作率为0%。作业人员均熟练掌握了工作技能。

c. 对策3:限制档位,防止钻速过快。

措施 a:对现场所有桩机的钻速和输浆泵泵速匹配性进行测定。测定前规定四搅三喷工艺中四搅必须采用相同的速度。设备装配完成后先行对输浆泵泵速进行测试,实测泵速为36.2L/min后,根据单桩用浆量初步计算所需喷浆时间,再根据设计桩长计算所需钻进提升速度。在通过不同档位测试钻速,最终确定使

用3档,钻速及用浆量满足要求。

措施 b:QC小组组长召开专题会议,向施工人员灌输了稳定工艺参数的重要性,对各机组参数进行了交底。

措施 c:QC小组成员会同现场监理驻守施工现场,检查钻机档位、测试钻速以及检查成桩过程中有无人为换挡现象,并做检查记录。对接受过技术交底但在实施过程中仍人为换挡的作业人员的勒令项目部对其采取处罚措施。

实施结果确认:随机对作业人员询问档位及钻速等工艺参数14人次,回答正确率为100%。现场抽查档位使用正确性187次,正确率为99.4%。唯一的一次错误在采取措施纠正后,后续档位使用均为正确。

d. 对策4:加强监督,确保复搅次数和深度。

措施 a:通过现场会向作业队伍强调搅拌桩质量重要性,配合业主单位出台奖罚措施后,施工单位和作业人员意识到规范施工的必要性。

措施 b:QC小组组长召集小组成员及现场监理召开内部会议,规定了现场监管需逐桩检查复搅次数和复搅深度,发现复搅未到位的除立即安排重新搅拌外还会同项目部采取经济处罚措施。

措施 c:小组成员和监理部主要负责人每日进行巡查,检查现场旁站人员工作效果和抽查复搅次数、深度。

实施结果确认:经小组成员抽查结果汇总,共抽查218次,复搅次数合格率为100%,复搅深度合格率为100%,未发现复搅不到位现象。

8 效果检查

通过对上述措施贯彻,水泥搅拌桩平均强度低和强度离散性大的4项主要因素得到有效解决。通过施工单位和监理单位分别委托进行的水泥搅拌桩质量检测结果结合QC活动前试桩检测结果对比(见表4、表5)可知:经过QC小组攻关活动,搅拌桩强度合格率达到100%,变异系数也远低于规范规定值,均达到目标值,彻底扭转了以往搅拌桩强度难以保证的现象。

表4 QC小组活动开展前水泥搅拌桩质量检测情况

序号	施工日期	检测日期	检测桩数/根	平均强度合格率/%	变异系数范围
1	2010年8月1—14日	2012年8月29日至9月1日	8	25.0	0.23~1.12
2	2013年1月25—31日	2013年3月1—12日	36	72.2	0.20~1.21
3	2013年5月8日至6月19日	2013年5月25日至8月14日	34	55.8	0.17~0.94
4	2013年9月6日至10月25日	2013年10月31日至11月8日	33	91.0	0.15~0.83

表5 QC小组活动开展后水泥搅拌桩质量检测汇总

序号	施工日期	检测日期	检测桩数/根	平均强度合格率/%	变异系数范围
1	2013年10月29日至11月24日	2013年12月15—20日	8	100	0.09~0.21
2	2013年11月25日至 2014年3月25日	2013年12月22日至 2014年4月10日	239	100	0.02~0.14

施工过程中出现的强度不合格桩需要重新补桩,按照QC活动开展前最稳定的质量水平(即桩身强度合格率为91%)考虑,仍需按9%左右数量重新补桩,通过QC活动的开展,有效避免了不合格桩的出现,也避免了因补桩造成的经济损失,可直接节约工程造价约640余万元(见表6)。

表6 经费节约对照

项目	QC活动开展前	QC活动开展后	备注
本项目搅拌桩总工程量/延米	875000	875000	
搅拌桩单价/(元/m)	83	83	
不合格率/%	9	0	
不合格工程量/延米	78750	0	
处理费用支出/元	6536250	90000(装置费用)	
节约费用/元		6446250	

杨林船闸工程搅拌桩等软基处理造价占比较高,且苏州地区地质软卧层厚,地质条件差。以往通过高强度搅拌桩处理重要结构物地基和边坡加固防止土坡滑移鲜有成功的例子。通过QC活动的开展,不仅解决了水泥搅拌桩在淤泥质土处理强度低、成型效果差的通病,也促使建设单位重新树立了淤泥质土水泥搅

拌桩处理的合理性认识。

9 巩固措施

a. 对活动成果进行梳理,根据所取得的参数和质量控制手段编制了搅拌桩质量控制细则,并施工单位编制作业指导书。

b. 将活动成果及总结的经验向施工单位和作业班组进行推广,推动软基处理质量控制进一步提高。并将所取得的创新经验推广至其他类似项目。

10 活动总结及进一步打算

该QC活动综合运用各类质量管理手段,成功实现了活动预定目标,使该工程搅拌桩质量水平得以保证,产生了较明显的经济效益和社会效益。同时该活动的开展也使QC小组全体成员得到了一次全新的锻炼,创新意识、质量意识有了明显增强。

小组将从活动中获得的搅拌桩质量控制方法和管理经验向全公司推广,会同行业管理部门将该工艺运用到更多类似工程项目当中。小组成员也将从活动中获得的各类QC知识与解决实际难题相结合,收获更多的QC运用成果。◆