

南水北调南阳二标段粉质粘土振冲碎石桩试验

刘华, 杨桦, 王荣

(中国水利水电第十工程局有限公司, 四川成都 610072)

摘要:南水北调南阳二标段十二里河梁式渡槽基础置于第四系粉质粘土、粉质壤土上,具有中等压缩性和弱膨胀性。为提高渡槽地基承载力,设计采用振冲碎石桩进行加固处理。通过振冲碎石桩试验方案的制定及实施,提出了在该地层中进行振冲加固地基的施工工艺流程、技术参数、质量控制效果检查,对类似工程具有一定的指导作用。

关键词:振冲碎石桩;粉质粘土;技术参数;质量检查;南水北调;试验

中图分类号:U655.55⁺1;TV68

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2012)03-0084-03

1 概述

南水北调中线一期工程南阳二标段十二里河涵洞式渡槽位于十二里河进口与姚湾东南公路桥之间,与总干渠轴线呈正交,其设计流量为340 m³/s,最大流量410 m³/s;设计水深7.5 m。该工程主要由进口渐变段、进口闸室段、进口连接段、渡槽段、出口连接段、出口闸室段、出口渐变段七部分组成。

由于该标段天然地基土承载力较低,为提高地基承载力,对渡槽进口渐变段、节制闸、进口过渡段、出口过渡段、出口闸、出口渐变段等部位地基采用振冲碎石桩加固,振冲碎石桩设计桩径为1 m,桩距1.8 m,呈梅花型布置,平均桩长12 m,设计工程量16 285 m。

2 工程地质概况

十二里河梁式渡槽工程区涉及的地层主要有上第三系(N)和第四系(Q)。上第三系地层成岩作用差,产状平缓,岩相变化大,由粘土岩和砂岩组成,多韵律构造,钻孔自上而下揭露五个韵律层。

进口渐变段地基主要为Q₃粉质粘土和第三系粘土岩。粉质粘土厚5 m左右,呈可塑-硬塑状,具中等压缩性。进口闸室段、过渡段地基主要为Q₃粉质粘土和第三系粘土软岩。Q₃粉质粘土含少量铁锰质结核和有机质,一般具弱膨胀性。渡槽段跨河床、漫滩和I、II级阶地,第四系覆盖层结构松散,强度低,分布不均匀,工程地质条件差。下伏上第三系岩体属极软岩。出口过渡段、

闸室段地基主要为Q₄粉质壤土、粗砂和软岩。出口渐变段地基土层主要为粉质壤土、粗砂及粉质粘土和N软岩。粉质壤土具中等压缩性,强度较低。

3 试验目的

(1)通过试验检测振冲碎石桩的处理效果,为施工提供依据;

(2)论证所选施工工艺及施工参数能否达到设计所需的复合地基承载力特征值(280 kPa);

(3)根据所选择的振冲施工机具设备确定施工工艺及施工参数;

(4)确定以后的振冲碎石桩有关质量控制技术要求及最后桩体相关检测方法。

4 试验区选择

根据《水电水利工程振冲法地基处理技术规范》DL/T5214—2005中对工艺性试验区域选择的相关规定(试验区域的选定应充分考虑其工程地质条件的代表性),本次试验区域选择在十二里河梁式渡槽出口段振冲施工1区。该区域位于出口段尾部,设计桩长为整个振冲碎石桩基础处理中最长、最能反映振冲区域下部的地质情况。本次试验共设12根桩径1 m、桩长10 m、桩中心间距1.8 m的试验桩,施工平台建立在高程131.16 m基面上,具体桩位布置如图1所示。

5 试验设备及参数选择

5.1 试验设备选择

本次振冲试验性施工选用功率为55 kW振冲器,其主要技术参数如表1所示。

5.2 试验参数的选择

收稿日期:2012-03-11

根据 ZCQ-55 型振冲器技术参数,结合试验区实际地质情况,初步拟定试验桩施工参数如下:

表 1 ZCQ-55 振冲器技术参数表

功率 /kW	转速 /r · min ⁻¹	额定电流 /A	激振力 /kN	振幅 /mm	外形尺寸 /mm	质量 /kg
55	1 480	107	300	7.5	φ402 × 4 470	2 820

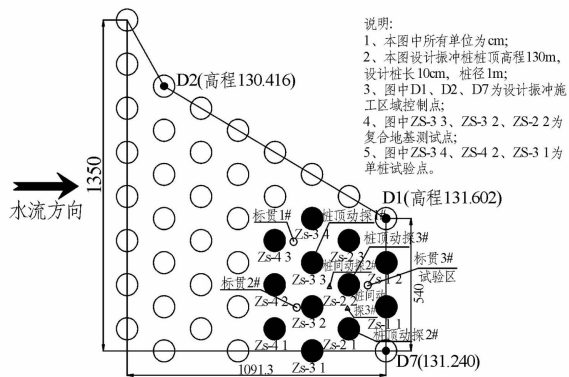


图 1 十二里河渡槽振冲试验桩位布置图

振冲器起吊设备采用 16 t 汽车吊,振冲密实填料时选用 ZL-30C 装载机进行连续填料。

(1) 造孔电流:100 A;

(2) 加密电流:80 ~ 90 A;

(3) 留振时间:10 ~ 12 s。试验性施工时选用自动控制系统进行留振时间控制;

(4) 加密段长度:30 ~ 50 cm;

(5) 造孔水压:0.3 ~ 0.8 MPa, 密实水压:0.1 ~ 0.5 MPa;

(6) 振冲器造孔贯入速度:不大于 2 m/min。

6 施工工艺流程

控制点位放样→试验孔位定点→吊车和振冲器就位→打开水阀门并启动振冲器→振冲器贯入地层至设计深度→清孔→向孔内填料并自下而上分段振密→全孔加固结束→转移至新的试验孔位。

7 试验检测成果分析

在振冲碎石桩施工完成 28 d 后,按照设计要求进行了单桩承载力检测、复合地基承载力检测、桩体和桩间土密实度检测,采用各种检测手段取得的结果如下所述。

(1) 单桩承载力检测(单桩竖向抗压静载试验)。共选取 3 根桩进行单桩竖向抗压静载试验。试验采用慢速维持荷载法加载分级进行,采用逐级等量加载,分级荷载为最大加载量或预估极限承载力的 1/10。本次试验最大加载量为 840 kN,分 10 级:第一级取分级荷载的 2 倍。试验沉降汇总部分成果见表 2,单桩竖向抗压静载试验情况见表 3。

表 2 单桩竖向抗压静载试验沉降汇总部分成果表

桩号	加载序号	荷载/kN	历时 /min		沉降位移 /mm	
			本级	累计	本级	累计
ZS-3-4	8	756	120	960	3.48	27.56
	9	840	30	990	15.95	43.51
ZS-4-2	8	756	120	960	2.86	26.57
	9	840	30	990	15.39	41.96
ZS-3-1	8	756	120	960	3.69	23.45
	9	840	30	990	19.76	43.21

表 3 单桩竖向抗压静载试验情况表

序号	桩号	试验历时/min	最大加载量/kN	桩顶最大沉降量/mm	桩顶残余沉降量/mm	备注
1	ZS-3-4	1 410	840	43.51	15.61	根据《建筑基桩检测技术规范》(JGJ 106-2003)
2	ZS-4-2	1 410	840	41.96	14.06	
3	ZS-3-1	1 410	840	43.21	15.31	

根据对 3 根试验桩获得的沉降成果进行分析,确定本工程单桩竖向极限承载力为 756 kN,其单桩竖向抗压承载力特征值为 378 kN,桩体直径按照 1 m 计算,则桩体承载力特征值为 481.5 kPa。

(2) 单桩承载力检测(单桩竖向抗压静载试验)。试验按照《建筑地基处理技术规范》(JGJ

79-2002)复合地基载荷试验要求进行,加载等级分 8 ~ 12 级,最大加载压力不应少于设计要求压力值的 2 倍。根据设计要求,本工程复合地基承载力特征值应不小于 280 kPa,故本次 3 点复合地基载荷试验的最大加载值为 560 kPa,不同荷载级别下的沉降位移情况及各试验点在设计最大加载压力试验下的结果分别见表 4、5。

表4 不同荷载级别下的沉降位移表

桩号	沉降值	荷载 /kPa								
		0	70	140	210	280	350	420	490	560
ZS-3-3	本级沉降(mm)	0	0.96	1.36	1.76	1.89	2.36	2.87	2.57	2.86
	累计沉降(mm)	0	0.96	2.32	4.08	5.97	8.33	11.2	13.77	16.63
ZS-3-2	本级沉降(mm)	0	0.5	0.89	1.49	1.75	2.39	2.34	2.71	3.46
	累计沉降(mm)	0	0.5	1.39	2.88	4.63	7.02	9.36	12.07	15.53
ZS-2-2	本级沉降(mm)	0	1.49	1.23	1.36	1.6	2.19	2.24	3.1	3.31
	累计沉降(mm)	0	1.49	2.72	4.08	5.68	7.87	10.11	13.21	16.52

表5 设计最大加载压力试验结果表

点号(#)	试验历时/min	最大加载量/kPa	最大沉降量/mm	残余沉降量/mm	备注
ZS-3-3	990	560	16.63	6.34	
ZS-3-2	990	560	15.53	7.66	
ZS-2-2	990	560	16.52	6.23	

根据试验情况,复合地基 ZS-3-3、ZS-3-2、ZS-2-2 在 560 kPa 荷载下的沉降分别为 2.87 mm、2.36 mm、3.31 mm,因此,设计单位提出的复合地基承载力特征值 280 kPa 满足设计承载力要求。

(3) 桩体密实度检测(重型动力触探试验)。碎石桩施工完成后,在原桩体上抽检了 6 点进行重型动力触探,以跟踪检测桩体密实度。按照国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007-2002 第 6.1.6 条的规定及设计文件,本工程碎石桩的密实度判别标准为动力触探平均贯入 10 cm 的锤击数 $\geq 7 \sim 10$ 击,小于该标准值即为不密实桩。

根据重型动力触探试验结果,0~0.5 m 范围内击数偏低,小于、等于 7 击,判断为松散;当深度在 0.5~7.5 m 范围内,击数满足大于、等于 7 击的设计要求,判别为稍密;7.5~10.5 m 范围内,击数大于等于 10 击,判别为中密。

(4) 桩间土处理效果检测(标准贯入试验)。在试验区域选择了 3 个孔,试验深度为 10.5 m,每 m 进行一次标准贯入试验,钻探总进尺为 31.5 m。标准贯入试验结果表明单桩复合地基土的承载力特征值范围为 125~400 kPa。粘土层(0~7.5 m)承载力特征值小于、等于 170 kPa,粉土层(8~10.5 m)承载力特征值平均值大于 200 kPa。

8 结 语

(1) 通过振冲试验桩及试验检测报告可知,单桩承载力特征值为 481.5 kPa,复合地基承载力特征值完全达到了设计提出的 280 kPa 要求。

(2) 在采用重型动力触探检查桩体密实度时发现的 0~0.5 m 范围内击数偏低,小于、等于 7 击,未达到设计要求,判断为松散。经分析得知,影响该段不密实的主要原因是因振冲密实需要上覆和侧向压力,在接近桩头部位,上覆土层厚度不够,土体侧向压力小,故造成上述情况出现。遇此情况时,可采用增大振冲器功率或在设计碎石桩桩顶高程以上提高密实段长度,当有效桩顶标高以上土层厚度不足时,完成后可单独对基底土层进行密实处理。

(3) 桩间土标准贯入试验检测结果出现的粉质粘土层桩顶标高以下 0~7.5 m 范围内承载力特征值小于、等于 170 kPa,而其下部粘土层承载力特征值平均值大于 200 kPa,主要是由于地层原因引起,上部 Q_3 粉质粘土为可塑-硬塑状,具有中等压缩性和弱膨胀性,强度较低,而下部粘土层相对密实度稍好。

(4) 根据试验检测结果,在具有膨胀性的粉质粘土和粘土地层中采用振动水振冲法加固地基,由于地层渗透性较小,振冲施工中使用了大量的水辅助造孔及冷却电机,从而造成成桩的扩孔系数较大。本工程桩长范围内有效桩径平均超过 1.15 m,而桩间土由于振冲使用大量的水源而无法排除,故出现了相当长一段时间内桩间土承载力提高不明显的现象。但由于桩体直径已经远远超过 1 m,且复合地基承载力主要由碎石桩体分担,故出现即便是桩间土承载力没有提高或提高不明显的情况,复合地基承载力检测仍能达到设计要求的情况。

(下转第 104 页)

包人工程款, 给其带来不必要的经济压力; 另一方面, 对涉及金额较大的合同项目, 如电站地下厂房土建合同项目, 可以在开挖工作验收完毕后即对开挖阶段的工程价款结算进行审计, 以保障造价审核成果的及时性和准确性。

3.3 建立科学公正的审计成果评价机制

在目前对造价审计机构或人员的考核中, 核减工程价款金额往往成为考核审计成果的重要指标, 甚至很多单位还把核减工程价款的一定比例作为结算给审计机构的合同价款写进合同条款。实际上, 这是一种舍本逐末的做法, 迫使审计单位和人员必须想方设法去抠合同条款的字眼, 以达到扣款的目的, 而罔顾实际情况, 更谈不上通过审计来总结项目投资管理的经验教训, 促进工程建设管理。正如上述, 工程造价审计的目的应该是还原项目的合理造价, 从而得出项目投资控制是否合理的结论。因此, 对于审计成果的评价也一定要建立科学公正的评价机制, 既要纠正错结的工程价款, 更重要的还需要总结工程管理过程中的经验教训, 尤其要有勇气对于做得好的地方予以积极肯定, 以便指导后续工程建设。

3.4 加强审计成果的运用研究

(上接第86页)

参考文献:

- [1] 王长春, 孙波, 等. 振冲碎石桩在南水北调穿漳工程中的应用[J]. 水利水电技术, 2010, 41(5): 57~58.
- [2] 马宝祥. 沙河(北)倒虹吸振冲碎石桩现场试验效果分析[J]. 水科学与工程技术, 2009, 153(4): 60~62.
- [3] 吉朝鲜. 振冲碎石桩在膨胀土地基的施工应用[J]. 河南水利与南水北调, 2011, 192(18): 52~53.
- [4] 何广谏. 振冲碎石桩复合地基[M]. 北京: 人民交通出版社, 2001.
- [5] 工程地质手册编委会. 工程地质手册[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2007.

(上接第91页)

为铝酸三钙(C3A)和硅酸三钙(C3S), 制造时适当降低这两种成分的含量即可降低其水化热。

6 结语

通过配合比试验, 为该工程提供了科学合理的配合比参数, 为混凝土浇筑提供了依据。通过工艺试验, 在高热低湿地区摸索出了碾压混凝土

对于审计成果的运用, 最直接的方式自然是纠正错结的工程价款。但若真正起到改善工程管理、加强投资控制的作用, 其实应该是通过对审计过程中发现的问题分析研究合同或者说招标条款是否存在漏洞、合同报价有无缺陷、工程变更是否合理等。同时, 还应该注重审计案例的学习和研究, 尤其应考虑到项目管理人员即人的因素在项目管理中始终是占据最重要地位的。因此, 要提高项目管理水平, 就必须加大对人的培训, 而审计案例往往是工程建设过程中发现的最具有代表性和典型性的问题, 与实践紧密相连, 可以说是最好的项目管理培训教材。最后还有一点值得考虑的是: 针对不同工程项目的特点, 运用审计成果建立一套完备的评价考核体系, 并将其作为对项目建设管理责任主体的绩效考核指标, 其实也是一个非常不错的方法。

作者简介:

袁 轩(1979-), 男, 四川南充人, 工程师、经济师, 硕士, 从事工程合同管理和审计管理相关工作;
冉从勇(1979-), 男, 四川汉源人, 高级工程师, 硕士, 从事水工结构设计及项目管理工作。

(责任编辑: 李燕辉)

[6] 水电水利工程振冲法地基处理技术规范, DL/T5124-2005[S].

[7] 建筑地基基础设计规范, GB5007-2001[S].

作者简介:

刘 华(1975-), 男, 四川内江人, 基础工程分局副总经济师, 项目经理, 工程师, 从事水利水电工程地基与基础工程施工技术与经营管理工作;
杨 桦(1983-), 男, 四川资阳人, 助理工程师, 从事水利水电工程地基与基础工程施工技术与管理工作;
王 荣(1981-), 男, 四川中江人, 项目经理, 工程师, 从事水利水电工程地基与基础工程施工技术与管理工作。

(责任编辑: 李燕辉)

施工的工法和经验, 加上强有力的施工控制措施, 圆满地完成了观音岩水电站导流明渠工程碾压混凝土施工, 受到了业主、监理及专家的肯定, 为碾压混凝土在高热、低湿地区的应用积累了经验。

作者简介:

胡寿美(1964-), 女, 四川米易人, 副总工程师, 工程师, 从事水电工程试验研究工作。

(责任编辑: 李燕辉)