

某核电站厂址道路抛石填筑路基强夯处理探讨

马成龙, 曾轶, 杨荣胜

(台山核电合营有限公司, 台山 529228)

摘要: 为了处理滨海软土路基, 使其承载力和压缩模量达到设计要求, 结合现场工程地质条件, 采用先抛填块石至一定标高, 再采用强夯工艺对抛石进行处理, 取得了良好的处理效果。通过对处理后地基所做的荷载试验、钻芯检测和沉降观测分析, 路基经强夯处理后, 承载力及变形均达到设计要求。强夯技术因设备简单, 施工方便, 经济易行, 适用于处理抛石填筑后的埋深较浅的滨海软土地基。

关键词: 道路; 强夯法; 动力固结; 路基

中图分类号: TU472

文献标志码: A

文章编号: 2095-8676(2016)S1-0158-03

Discuss on Dynamic Compaction Treatment on Rubble Foundation in Coastal Road of Nuclear Power Plant

MA Chenglong, ZENG Yi, YANG Rongshen

(Taishan Nuclear Power Joint Venture Co., Ltd., Taishan 529228, China)

Abstract: When deal with the coastal silt foundation, according to the geologic and actual condition of the project, dynamic consolidation method on rubble foundation is qualified as practical. After dynamic compaction, the result of roadbed load test, drilled core test and settlement observation showed that the bearing capacity and settlement control of the roadbed can meet the design requirements. The result of the treatment is good. For dynamic compaction is simple in equipment usage, convenient in construction and economical, it can be widely used in coastal silt riprapped foundation treatment.

Key words: road; dynamic compaction; dynamic consolidation; road foundation

强夯法及强夯置换法是一种动力固结方法, 是将重的夯锤提升到一个设定的高度让其自由落下, 对地基产生冲击和振动作用, 使地基土的强度提高, 压缩性减小。强夯法适用范围广泛, 可用于碎石土、砂土、低饱和度的粉土与粘性土、湿陷性黄土、素填土及杂填土, 强夯置换法适用于高饱和度的粉土及软塑至流塑的粘性土等地基上对变形要求不严的工程^[1]。强夯技术在地基处理时, 因其设备简单, 具有施工速度快、处理效果显著和节省投资等优点, 是一种比较理想的地基处理方式。

1 强夯技术加固机理

采用强夯法加固土体, 主要是基于动力压密

的概念, 即用冲击型动力荷载, 使土体中的空隙体积减小, 土体变得更为密实, 从而提高其强度。采用强夯置换法加固土体, 是利用强夯的方法, 将地基土挤密和排开, 填入碎石、块石、沙砾等质地坚硬的散体材料并夯击, 最终形成一个密实的柱状砂石墩, 加固区由基体(墩间土)和增强体(砂石墩)两部分组成, 在荷载作用下, 由基体和增强体共同承担荷载的作用^[2]。

2 强夯技术在北线道路二标段抛石填筑路基中的应用

2.1 工程概况

北线道路工程II标段(K2+500~K7+300)除了部分路基坐落于沙滩和露岩的滩涂外, 其余路基均坐落在海滩上, 海滩表层覆盖层为1~6 m深的淤泥或淤泥质土, 且位于常水位以下, 下卧层为全风化至中风化的花岗岩, 路基标准横断面设计图如图1。

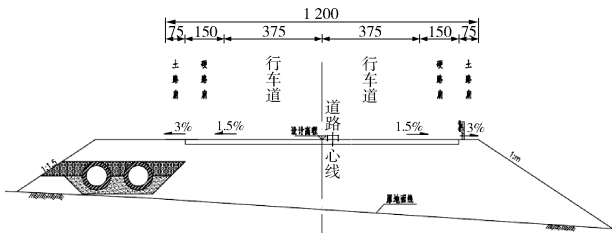


图 1 路基标准横断面设计图

Fig. 1 Standard Section Drawing for Road Base

设计上采用了先抛填块石至统一标高后, 再采用点夯将抛填土石挤入淤泥形成强夯置换, 最后整体满夯的地基处理方式, 对于路堤边坡及堤脚也采用强夯处理, 并根据不同地形, 采用不同坡率及防护形式进行边坡防护和处理, 比较典型的防护形式是抛填大块石防护。北线道路工程二标段的地基处理基本原理整合了强夯及强夯置换的机理, 处理的目的是: 消除和减少地基的沉降与不均匀沉降, 使路基达到稳定、密实、均匀, 并满足路基承载力特征值 ≥ 150 kPa。

2.2 试夯区强夯技术参数的确认

2.2.1 试夯区的选择

K2 + 500 ~ K2 + 530 区域在试夯前已完成抛填块石, 抛填后标高为 2.5 m, 抛填后已历时一个月, 沉降已初步稳定, 选择该区域进行试夯, 并将试夯区域分为两块, K2 + 500 ~ K2 + 530 右幅为试夯 I 区, K2 + 500 ~ K2 + 530 左幅为试夯 II 区, 通过比选找出切合场地地质条件的强夯施工参数。

2.2.2 试夯 I 区施工参数及施工工艺

试夯 I 区点夯施工参数为: (1) 单击夯击能 2 000 kN · m 及 3 000 kN · m; (2) 夯点间距 5 m × 5 m 正三角形; (3) 击数 2 000 kN · m 点夯 5 击, 3 000 kN · m 点夯施工至收锤标准; (4) 收锤标准: ① 3 000 kN · m 最后两击平均夯沉量 ≤ 80 mm; ② 夯坑周围地面不应发生过大隆起。

试夯 I 区满夯施工参数为: (1) 单击夯击能 1 000 kN · m; (2) 夯点搭接面积 30%; (3) 击数 1 击^[3]。

试夯 I 区点夯及满夯的的平面布置图见图 2。

2.2.3 试夯 II 区施工参数及施工工艺

试夯 II 区点夯施工参数为: (1) 单击夯击能 3 000 kN · m; (2) 夯点间距: 5 m × 5 m 正三角形; (3) 击数: 点夯施工至收锤标准; (4) 收锤标准: ① 最后两击平均夯沉量 ≤ 80 mm; ② 夯坑周围地

面不应发生过大隆起。

试夯 II 区满夯施工参数为: (1) 单击夯击能 1 000 kN · m; (2) 夯点搭接面积 30%; (3) 击数 1 击^[4]。试夯 II 区点夯及满夯布置图见图 3。

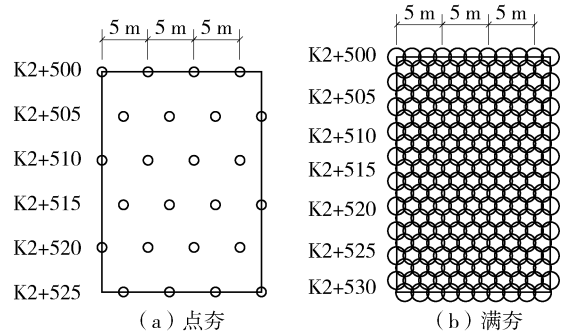


图 2 试夯 I 区点夯和满夯平面布置图

Fig. 2 Plan of Point Compaction and Full Compaction for Area I

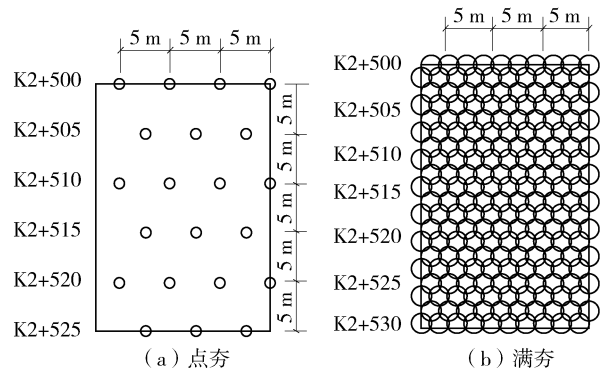


图 2 试夯 II 区点夯和满夯平面布置图

Fig. 2 Plan of Point Compaction and Full Compaction for Area I

2.2.4 试夯 I 区及 II 区施工情况对比

试夯 I 区和 II 区施工对比见表 1。

表 1 试夯 I 区及 II 区对比表

Tab. 1 Comparison Table between Area I and II

施工工艺	参数	试夯 I 区	试夯 II 区
第一遍 (点夯)	夯点数量	24	21
	能级	2 000 kN · m 3 000 kN · m	3 000 kN · m
	击数	5 击 7 ~ 9 击	9 ~ 11 击
	夯坑深度	0.38 ~ 0.70 m 0.98 ~ 1.43 m	0.92 ~ 1.44 m
第二遍 (满夯)	夯坑口部直径	3.0 m	3.0 m
	能级	1 000 kN · m	1 000 kN · m
	击数	1 击	1 击
	夯点间距 面积	搭接 30% 锤径 623 m ²	搭接 30% 锤径 623 m ²

2.2.5 试夯质量检测

强夯施工后,分别对试夯区进行了平板载荷试验检测^[5],载荷板面积为1 m×1 m,通过检测,试夯I区及试夯II区路基经强夯处理后承载力均大于150 kPa。

2.2.6 试夯分析

试夯I区共计24个点夯夯点,试夯II区共计21个点夯夯点,试夯I区2 000 kN·m夯击次数为5击,3 000 kN·m夯击次数为7~9击,试夯II区夯击次数为9~11击。试夯I区与试夯II区各代表性夯点的夯击次数与累计夯击沉降如下统计表,试夯I区对应表2,试夯II区对应表3。

表2 试夯I区夯点累计夯击沉降统计表

Tab. 2 Summation settlement for spot in area I mm

夯点	1	2	3	4	5	6	7
#1	20	34	45	57	70	75	84
#7	18	28	36	42	48	56	68
#8	17	31	39	46	50	64	78
#11	11	18	27	33	38	50	61
#16	18	30	38	48	57	75	88
#21	15	28	39	43	49	66	80
夯点	8	9	10	11	12	13	14
#1	94	102	113	123	133	138	143
#7	78	87	98	107	110	—	—
#8	87	97	105	114	122	124	—
#11	71	81	90	96	98	—	—
#16	99	109	118	127	130	—	—
#21	93	103	112	122	127	132	—

表3 试夯II区夯点累计夯击沉降统计表

Tab. 3 Summation settlement for spot in area II mm

夯点	1	2	3	4	5	6	7
#3	19	35	47	58	70	79	88
#6	24	36	50	65	76	81	92
#10	23	39	53	65	76	86	94
#8	20	36	50	62	71	80	88
#9	19	31	43	54	65	75	84
#20	26	48	66	80	92	103	113
夯点	8	9	10	11	12	13	14
#3	96	98	—	—	—	—	—
#6	101	109	118	120	—	—	—
#10	103	111	114	—	—	124	—
#8	96	99	—	—	—	—	—
#9	94	102	106	—	—	—	—
#20	123	132	140	141	—	132	—

经对比分析,试夯I区及试夯II区夯点布置间距合理,施工技术参数及施工工艺合理,夯后承载力及有效加固深度满足设计要求,关于有效加固深度,后期通过7个钻孔得到证实。但由于试夯I区点夯先采取2 000 kN·m能级夯击5击后推平夯坑,重新布点之后采取3 000 kN·m能级施工,能量浪费,增加改变夯能及推平夯坑的施工工序,增加了施工难度、施工时间及施工成本,若直接采用试夯II区的参数,采取3 000 kN·m能级施工,整个场地一个夯击能量,易于夯点的布置,不易产生漏锤,加快了施工进度,且处理效果理想。

2.3 强夯施工参数的选择

北线道路抛填块石路基的强夯处理技术参数选取试夯II区的技术参数,强夯分两遍施工,第一遍点夯至收锤标准,场地推平后,进行第二遍满夯施工,然后平整场地,进行填石路基的施工。强夯时,当发生夯坑过深(大于1 m)或周边隆起过大而没有达到收锤标准时,则对夯坑回填碎石土,继续夯击直至满足收锤标准。

2.4 强夯质量检测及沉降观测结果

全标段强夯施工结束后,采取两种方式结合的质量检测,其一是采用平板荷载试验,按照3 000 m²/点检测地基承载力,载荷板面积取1 m×1 m,经检测处理后路基承载力特征值均大于150 kPa。其二是强夯完成后,全线布置7个钻孔检测夯后土层分布并判定强夯加固有效深度,钻孔的结果显示,原1—6 m厚的淤泥,经抛填块石及强夯处理后,成为厚度小于1.5 m的淤泥质粘土,其中的大部分路段,淤泥质粘土厚度小于1.0 m,检测结果表明:强夯有效加固深度及承载力均满足设计要求^[6]。

路基填筑完成三个月后,连续进行了两个月的沉降观测,两个月内累计沉降量最大1.80 mm,最小1.10 mm,累计水平位移最大3.68 mm,最小1.09 mm,均小于设计要求的“路堤中心沉降量每月不超过5 mm,水平位移每月不超过10 mm”稳定要求。

3 结论^[7-8]

北线道路的工程实践表明:对于软土地基(厚度≤6 m),在其上部抛填一定厚度的土石,形成强夯工作面,再采用强夯技术对其进行处理的方法是

(下转第172页 Continued on Page 172)

针对以上几个特点,在国际工程中承包商首先需要修炼的内功是充分结合自身经验和长处形成成熟的ITP及质量控制点等级划分体系,并在各分项工程开始前获得业主方的正式批准,这是项目施工过程质量管理的首要问题。不管面对业主方什么样的管控方式和深度,解决了验收体系的确认问题,承包商就可以将主动权把握在自己手中。

NCR通常是业主对承包商扣款的依据,承包商在发生首次扣款事件的情况下必须据理力争与业主方谈定NCR暂扣款的流程和对应数额,避免由于扣款带来的质量和进度风险。

控制质量贯穿于整个项目的执行过程,对于国际EPC项目,与建设方的来往的技术商务文件质量控制尤为重要,对项目的质量目标和费用目标实现发挥着举足轻重的作用。建立适用的项目质量资料管理信息系统,对过程质量资料起到良好的规范、存档、查阅、调用等功能,是做好国际EPC工程质量资料管理的必要手段。

控制质量的过程需要以项目质量周报和月报形式进行定期发布,引起项目团队成员的全面关注。项目的周报和月报中应根据项目情况至少包含与计划数据相比较的以下内容:项目成品的技术性能满足

情况、进度绩效数据、费用绩效数据、变更请求及已发生变更的跟踪执行情况。

4 结论

目前国内大型设计企业在转型工程公司承接执行国内EPC总承包项目道路上已经积累了比较丰富的技术管理经验,配套的行业标准体系也越来越完善和成熟。与国际知名的工程公司在国际EPC工程市场建设的竞争中,在精细化的质量管理和计划执行方面还处于较为明显的劣势。精细化质量管理始于缜密的质量规划,巩固于计划的刚性执行过程,成功于完美的控制效果。重规划、刚执行,方可铸精品。努力打造企业在国际EPC项目中的精细化质量管理,是企业走向国际化工程公司的必由之路。

参考文献:

- [1] 项目管理协会. 项目管理知识体系指南[M]. 5版. 许江林,译. 北京:电子工业出版社,2013.
- [2] 汪洪波. 怎样进行项目质量管理[M]. 北京:中国电力出版社,2009.

(责任编辑 黄肇和)

(上接第160页 Continued from Page 160)

可行的,这种方法可以消除路基土的沉降,提高路基承载力,效果显著。强夯技术对填料粒径没有严格的限制要求,填料粒径可达到50 cm以上,此外强夯施工可以加快工程整体的施工进度,缩短施工工期,带来较大的工程效益,但强夯施工效果受制于夯击能、填土深度、夯锤大小、夯锤直径、夯击遍数及夯点间距等综合因素影响,其有效处理深度,一般而言超过10 m时,使用该法就会受到限制,另外强夯的自身设备较为笨重,对于复杂地形,施工机械难以进场,因此选择强夯施工时,要综合分析,既做到技术合理,又做到经济适用,保证质量。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 建筑地基处理技术规范: JGJ 79—2012[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2012.
- [2] 秦宝和. 强夯及强夯置换技术在客运专线复合地基处理中的应用[J]. 铁道工程学报,2007(7): 33-37.
- [3] 姚涛. 强夯置换碎石墩法在公路软土地基处理中的应用[J]. 工程质量,2011,29(3): 66-68.
- [4] 余晓燕. 强夯法在滨海储运项目场平处理中的应用[J]. 化学工程与装备,2013(5): 121-122.
- [5] 陆新,朱松林. 强夯处理地基的检测技术研究[J]. 施工技术,2005,34(5): 43-45.
- [6] 刘云霞,刘正香. 强夯加固地基加固效果检测与评价[J]. 科技传播,2013(5): 89-90.
- [7] 王铁宏. 强夯技术在全国重大工程项目地基处理中的应用[J]. 建筑科学,1997(5): 3-10.
- [8] 张新民,阳平武,程熙超. 强夯在表层填土下卧深厚淤泥地基处理中的应用[J]. 水运工程,2014(10): 174-177.

(责任编辑 张春文)