

超常规三重管旋喷法在青岛某港口地基加固中的应用

吴晓斌¹, 王 生², 索忠伟²

(1. 辽宁地勘局第四地质大队, 辽宁 阜新 123000; 2. 吉林大学应用技术学院, 吉林 长春 130022)

摘 要 通过超常规三重管旋喷法在青岛前湾港基础加固施工实践, 阐述了这种方法的施工工艺及效果。实践证明, 这种方法可解决常规旋喷方法难以奏效的问题。

关键词 超常规三重管旋喷法; 基础加固; 青岛港

中图分类号 :U655.54+4.1 **文献标识码** :B **文章编号** :1672-7428(2006)05-0029-02

1 工程概况

青岛港前湾港区 20 万 t 级矿石码头是国家重点港口建设工程, 该码头建成后使青岛港跨入亿吨大港行列。该码头三号斗轮机轨道梁施工中出现不均匀沉降和变形现象, 导致后期工程无法进行, 斗轮机无法通车装卸矿石。为制止构筑物继续下沉, 保证后期工程顺利进行, 必须对基础进行加固, 以提高承载力。经过经济技术比较, 设计采用高压旋喷注浆对轨道梁基础进行加固处理。

该港为吹填形成, 轨道梁面及以下地质条件为:

(1) 素砼层, 层厚 0.25 m; (2) 碎石垫层, 层厚 1.00 m; (3) 素填土, 本层为打设砂桩后回填形成, 主要成分为粗砂, 风化岩碎块, 厚 1.00~2.00 m; (4) 中粗砂, 吹填形成, 黄色, 含少量贝壳碎屑, 局部砾砂, 厚 5.00~8.00 m, 松散~湿, 饱和(打设砂桩后 $N=5$); (5) 淤泥质亚粘土, 灰色, 含少量有机质, 流塑~软塑状, 厚 1.00~6.00 m, 标贯击数 N 为 1~2 击; (6) 风化岩, 肉红色, 强风化花岗岩, 主要成分为长石、石英, $N>50$ 。

2 施工技术参数确定

该工程旋喷桩设计桩径为 1500 mm, 桩距 2.00 m, 排距 1.70 m, 在轨道梁南北两侧分别施工 2 排。要求桩体无侧限抗压强度 7 天达到 0.5 MPa, 28 天达到 2.0 MPa。

2.1 试桩情况

根据设计要求, 首先在轨道梁下两侧分 2 个阶段进行 20 根试桩, 采用普通三重管旋喷工艺, 不同阶段采用不同的技术参数(见表 1)。经过钻探、取心验证, 淤泥层桩径小, 只有 0.8~1.0 m, 且水泥含量低, 强度达不到设计要求, 前期试桩失败。经过研究决定引进高压泥浆泵进行试验, 分别采用双重管法和高压泵三重管法, 具体工艺参数见表 2。钻探取心结果表明, 二重管法砂层桩径 1.0~1.2 m, 淤泥层桩径 0.8~1.0 m。用超常规三重管法淤泥层桩径 1.4~1.6 m, 砂层直径更大。桩体水泥含量均匀, 致密, 强度较高, 28 天强度达到 2.0 MPa 以上, 达到设计要求。

表 1 前期试桩工艺参数表(普通三重管法)

分段	高压水		空气		浆液		旋转速度 ($r \cdot \min^{-1}$)	提升速度 ($\text{cm} \cdot \min^{-1}$)	浆液密度 ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)
	压力 (MPa)	流量 ($\text{L} \cdot \min^{-1}$)	压力 (MPa)	流量 ($\text{m}^3 \cdot \min^{-1}$)	压力 (MPa)	流量 ($\text{L} \cdot \min^{-1}$)			
第一阶段	25~30	75	0.6	3	1.0~2.0	100~120	6~10	6~10	1.49
第二阶段	30~35	75	0.6	3	1.0~3.0	100~120	6~8	6~8	1.49

表 2 后期试桩工艺参数表

方法	水		空气		浆液		旋转速度 ($r \cdot \min^{-1}$)	提升速度 ($\text{cm} \cdot \min^{-1}$)	浆液密度 ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)
	压力 (MPa)	流量 ($\text{L} \cdot \min^{-1}$)	压力 (MPa)	流量 ($\text{m}^3 \cdot \min^{-1}$)	压力 (MPa)	流量 ($\text{L} \cdot \min^{-1}$)			
二重管法			0.7	6	20	90	10~20	10~20	1.6
超常规三重管法	40	80	0.7	6	20~25	90	8~10	8~10	1.6

收稿日期 2005-08-23

作者简介 吴晓斌(1973-)男(汉族), 辽宁人, 辽宁地勘局第四地质大队工程师, 探矿工程专业, 从事岩土工程施工与管理工作, 辽宁省阜新市; 王生(1953-)男(汉族), 吉林人, 吉林大学副教授, 探矿工程专业, 从事岩土工程方面的教学、科研工作, 吉林省长春市亚泰大街 4026 号岩土工程系(0431)8621192; 索忠伟(1970-)男(汉族), 辽宁人, 吉林大学副教授, 博士生在读, 地质工程专业, 从事岩土工程方面的教学、科研工作(0431)8621738。

2.2 原因分析

先期进行试桩是随意选择常规三重管法旋喷工艺进行试验,由于地层变化性差别,在淤泥层没有形成水泥土凝结体,淤泥仍处于流塑状态。原因是常规三重管法旋喷注浆工艺利用高压水切削破坏土层,低压水泥浆随后跟进充填,但是在抗剪强度很低的淤泥层,高压水切削破坏土层后淤泥很快闭合,致使低压水泥浆跟不进去并随水气返出地面,从而在淤泥地层形不成高喷凝结体。采用超常规法,首先超高压水切削破坏土层,紧接着第二次高压浆液和空气复合喷射液体形成高喷凝结体。虽二重管法淤泥也能成桩,但在砂层、淤泥层成桩桩径小。通过原因分析对比,经过部分工艺参数改进,从而确定了超常规三重管法旋喷工艺。

3 施工工艺

3.1 技术参数

通过对普通三重管技术参数改进,确定超常规三重管法高压旋喷技术参数为:高压水压力 40 MPa,流量 80 L/min;空气压力 0.7 MPa,流量 6 m³/min;浆液压力 ≥ 20 MPa,流量 90 L/min;水灰比 0.8,密度 1.6 g/cm³,提升速度 8~10 cm/min,旋转速度 8~10 r/min。

3.2 机械配备

3DS2 型高压水泵 3 台,XPB-90 型高压泥浆泵 3 台,V9/7 型空压机 3 台,JB1-20 型搅浆机 3 台,Ø108 mm 三重管 100 m。

3.3 施工要点及注意事项

(1)钻孔。钻孔直径为 130 mm,采用泥浆循环护壁。首先把钻机对准孔位,用水平尺校平,要求孔位偏差在 5 cm 以内,垂直度控制在 1% 以内。钻进过程中随时检查钻孔垂直情况,发现孔斜及时纠正,必要时重新打孔,钻孔要求入岩 30 cm。

(2)低压灌浆。成孔后在孔内放置 PVC 管,孔内端堵死距碎石底面 10 cm,并在 30 cm 范围内四周打 Ø5 mm 圆孔,间距 15 mm,钻孔孔口用水泥砂浆将 PVC 固定,对碎石垫层进行低压注浆,使其固结,防止旋喷桩施工时碎石道床下沉,低压注浆压力 0.5 MPa,水灰比 1,低压注浆 48 h 后方可进行旋喷施工。

(3)下喷射管。下喷具前进行地面水气试喷检验管路是否畅通,设备性能是否达到要求,为防止喷嘴堵塞,将喷头扎好再下入孔内。

万方数据

(4)制浆。采用 425 普通硅酸盐水泥按设计参数、配比制浆,并加入占水泥质量 0.05% 的三乙醇胺和 1% 的氯化钙。由专人负责对浆液密度进行测量,发现问题及时调整,浆液要经 2 道过滤。

(5)喷射注浆。喷具下到基岩面下 30 cm,按设计参数调整水、气、浆液压力及流量自下而上进行旋喷,直至设计标高。因故停喷时,正常后搭接长度要在 50 cm 以上,以保证桩体的连续性。值班技术员及时检查各项参数是否达到设计要求,并随时做好记录,发现异常情况要及时汇报,妥善处理。

(6)回灌。为防止旋喷桩上部因浆液析水产生凹陷现象,旋喷完成后,要及时灌入水灰比为 1 的水泥浆液,并在浆液中掺入 12% 的 EA-C 膨胀剂,直至孔口液面不再下沉为止。

(7)清洗机具。每根桩成桩完毕后,应及时将管路清洗干净,以防堵塞。尤其制浆系统更为重要。

(8)施工顺序。采用间隔 10 m 桩位跳打方式,保证下次相邻桩施工间隔不少于 3 天,以利于桩体早期强度发展,防止轨道梁产生不均匀瞬时沉降。

4 加固效果

旋喷桩检验采用钻孔取心与标贯相结合方法,结果表明桩体水泥含量较多,均匀致密,稳体性好,28 天桩体无侧限抗压强度:淤泥层达 2.5 MPa 以上,砂层达 5.0 MPa 以上。标贯土层 $N > 20$,砂层 $N > 30$,达到设计要求,使后期工程得以顺利进行,轨道梁正常通车使用。

5 结语

(1)普通三重管法以高压水切割破坏地层,然后低压浆跟进充填。而超常规三重管法除了利用高压水切割地层外,还利用大于 20 MPa 的高压浆进行充填。它喷射距离远,形成桩径大,尤其适用于常规旋喷难以奏效的地层,解决了一些工程技术难题,拓宽了旋喷技术的应用范围。

(2)高压旋喷具有广泛应用性,应根据工程具体要求和地质条件来选择合适的喷射方法和灌浆工艺。

参考文献:

- [1] 高大钊. 岩土工程的回顾与前瞻 [M]. 北京: 人民交通出版社, 2001.
- [2] 杜嘉鸿. 地下建筑注浆工程简明手册 [M]. 北京: 科学出版社, 1992.