

复合注浆技术在桥桩基础补强中的应用

雷海军¹, 梁其深², 杨吉旺³

(1. 核工业长沙中南建设工程集团公司, 湖南长沙 410011; 2. 中国核工业地质局, 北京 100013; 3. 湖南中核建设工程公司, 湖南长沙 410119)

摘要:结合广州华南路三期工程 A4 标朝阳立交特大桥桩基础工程, 在抽心检测中发现 2 根桩基础的局部缺陷, 采用的补强方法, 阐述了复合注浆技术加固缺陷桩基础的工艺技术及其应用效果。

关键词:桩基础; 补强; 复合注浆

中图分类号: U445.55⁺1 **文献标识码:** B **文章编号:** 1672-7428(2009)04-0070-02

Application of Composite Grouting for Reinforcement to Pile Foundation of Bridge/LEI Hai-jun¹, LIANG Qi-shen², YANG Ji-wang³ (1. Changsha Central-south Construction Engineering Group Corporation of Nuclear Industry, Changsha Hunan 410011, China; 2. China Nuclear Geology, Beijing 100013, China; 3. Hunan Zhonghe Construction Engineering Company, Changsha Hunan 410119, China)

Abstract: A pile foundation engineering case for super-large overpass bridge was illustrated; reinforcement was applied to local defects of pile foundation. The paper introduced the technology of composite grouting to reinforce the defect pile and the application effect.

Key words: pile foundation; reinforcement; composite grouting

1 工程情况

广州华南路三期工程 A4 标朝阳立交特大桥在进行桩基础抽心检测过程中, 发现有 2 根桩在不同程度上都存在有局部的缺陷:

(1) 141-Y-1 桩, 桩径 150 cm, 桩长 23.5 m, 抽心 2 号孔在深度 7.06~10.98 m 见蜂窝状气孔及沟槽状蜂窝;

(2) 155-Y-2 桩, 桩径 150 cm, 桩长 29 m, 抽心 1 号孔在深度 0.6~5.57、13.82~15.44 m 见沟槽状蜂窝, 16.03~17.01 m 胶结差, 18.00~22.08 m 见沟槽状蜂窝, 局部胶结差; 2 号孔在深度 24.32~26.40、27.29~28.54 m 局部见沟槽状蜂窝。

2 根桩的心样抗压强度代表值均满足设计要求, 因为桩砼体存有连续沟槽, 判定桩身完整性为Ⅲ类。

Ⅲ类桩表明桩身有明显缺陷, 对桩身结构承载力和桩体本身存有影响, 必须进行补强处置。

2 补强方法选择

因施工过程中工艺等因素造成基桩砼体局部沟槽状蜂窝等缺陷, 从而使基桩整体性能不能满足设计要求, 当前使用的处置方法主要有原桩加固和辅

桩加强等补强方法。

原桩加固补强法是在原桩存有缺陷的部位, 再注入粘结材料, 充填基桩缺陷缺失的空间, 使桩体连续胶结, 完整一体, 从而达到补强目的。

辅桩加强补强法则是在存有缺陷原桩的旁边再施工一组或多组辅助基桩, 辅桩和原桩共同承担设计承载负荷。

原桩加固补强法按注入胶结材料的方式又可分为高压旋喷注浆法、静压注浆法、复合注浆法等施工方法。

复合注浆法是将静压注浆法和高压旋喷注浆法按时序结合发挥 2 种注浆技术优势的一种注浆加固技术。工程施工中先采用高压旋喷注浆补浆桩柱体, 再采用静压注浆增强旋喷效果, 扩散加固浆液, 防止固结收缩, 消除注浆盲区, 增强加固效果, 确保加固的成功率和安全性。

从经济性角度出发, 本工程优先选择原桩加固补强的方法; 因原桩的桩径达到 150 cm, 保证了原桩加固补强施工可行, 同时, 从原桩抽心取样中观察到, 原桩沟槽状蜂窝缺陷间隙连续性强, 能够使补强浆液完全充填其间, 因此工程决定采用高压旋喷法和静压注浆相结合的复合注浆法来补强加固处置。

收稿日期: 2008-09-30; 改回日期: 2009-03-15

作者简介: 雷海军(1963-), 男(汉族), 湖南衡东人, 核工业长沙中南建设工程集团公司工程师, 探矿工程专业, 从事岩土工程、桩基工程、路桥工程、地质灾害防治等方面的技术和施工管理工作, 湖南省长沙市韶山北路 256 号, lhj20008@163.com。

3 补强施工工艺

3.1 复合注浆法缺陷桩基补强施工工艺流程(如图1所示)

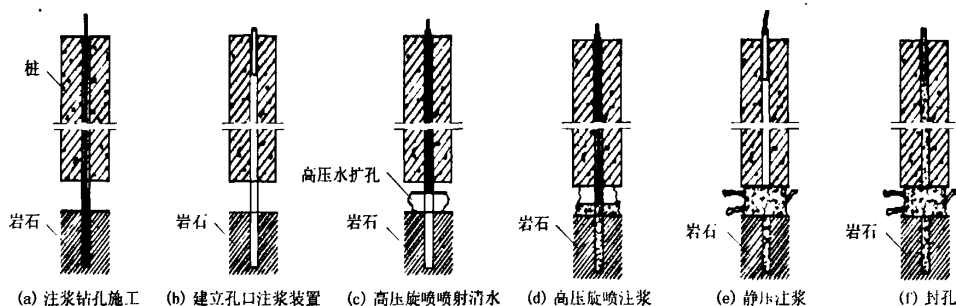


图1 复合注浆加固处理缺陷桩基施工工艺流程

3.2 具体技术措施

3.2.1 注浆钻孔施工

对桩基的桩身缺陷进行加固时,先采用地质钻机在桩中进行钻孔抽心或在桩侧进行钻孔,钻孔抽心至缺陷位置以下1 m左右。钻孔孔径一般开孔为110或101 mm,终孔直径为101或91 mm,保证钻孔垂直度误差 $<1\%$ 。

3.2.2 建立孔口注浆装置

注浆钻孔施工完成以后,在注浆孔口建立注浆装置。孔口注浆装置采用预埋设的方式固定在桩顶注浆孔口,采用水泥浆或水泥水玻璃浆液将孔口装置与钻孔之间的间隙固定密封。孔口注浆装置既要满足静压注浆要求又要满足高压旋喷注浆管可以从其中下钻的要求。

3.2.3 采用高压旋喷方式喷射清水进行冲洗扩孔

孔口注浆装置埋设1~2天后,先采用高压旋喷方式喷射清水对缺陷位置进行冲洗,喷射清水时需按设计规定的工艺参数(喷射压力、提升速度、旋转速度)进行喷射,将注浆管分段下入孔底,每段注浆钻杆需连接紧密并采用麻丝密封。旋喷清水采用从下而上的方式。旋喷清水一般采用单管旋喷注浆方式,清水一般喷射1~3遍,经喷射清水后,可扩大喷射直径和增加固结体的强度。

3.2.4 采用高压旋喷注浆方式进行注浆

按要求进行清水喷射洗孔扩孔后,再采用高压旋喷注浆方式进行旋喷注浆。将注浆管分段下入孔底后,从下而上进行旋喷注浆,旋喷注浆一般采用单管旋喷注浆方式。

3.2.5 采用静压注浆方式进行注浆

高压旋喷注浆结束后,利用孔口注浆装置封住孔口进行静压注浆。静压注浆开始时采用较稀的浆液和较低的注浆压力,随后逐渐增加浆液浓度及加

大注浆压力,直至设计注浆量和注浆压力为止。一般静压注浆在浆液终凝前需进行2~3次灌注。静压注浆可以采用单液也可采用双液注浆。

3.2.6 封孔

静压注浆结束后,若注浆孔口冒浆,需对孔口进行封闭处理,防止浆液流出;若注浆结束后孔内浆液有流失,需补灌浆液到注孔内浆液饱满为止。

3.3 复合注浆法的浆液材料

3.3.1 主剂

采用水泥浆为主剂,对桩基础缺陷进行加固补强注浆时,为了获得较高的固结体强度,采用高标号的525普通硅酸盐水泥。

3.3.2 外加剂

常用外加剂为速凝剂、早强剂等。速凝剂常采用水玻璃,水玻璃加量一般为水泥用量的2%~4%。采用双液进行静压注浆时,水玻璃用量可为水泥用量的10%~100%。早强剂为氯化钙和三乙醇胺,用量一般为水泥用量的2%~4%。

3.4 施工工艺参数

(1)旋喷注浆压力:采用单管高压旋喷法时,浆液或清水喷射压力20~30 MPa;采用二重管高压旋喷法时,空气压力为0.7 MPa,浆液压力为20~30 MPa;采用三重管高压旋喷法时,水压力为20~30 MPa,空气压力为0.7 MPa,浆液压力为2~5 MPa。在对桩基缺陷进行加固补强注浆时采用单管高压旋喷或三重管高压旋喷,注浆压力常用25~30 MPa。

(2)喷射提升速度:10~20 cm/min,在对桩基缺陷进行加固补强注浆时采用10~15 cm/min。

(3)喷射旋转速度:20~40 r/min。

(4)静压注浆压力:对桩基缺陷进行加固补强注浆时采用0.3~5.0 MPa;注浆压力需根据每个工

(下转第75页)

设计强度70%后方可拆模。

(7)张拉锁定:张拉是预应力锚索施工的关键工序,锚索的张拉锁定需在格构梁砼强度达到设计强度的100%才能进行。每束锚索的锁定吨位为锚索设计抗拔力的100%,根据张拉力的要求,合理选用了ZB4-200型高压油泵、100 t调压千斤顶、OVM15-7型和OVM15L-4型锚具,并对张拉机具进行了率定,包括对千斤顶、油泵、油管、压力表校验,校验合格后将千斤顶与油泵配套进行率定。张拉顺序按100 kN一级递增,至锁定锚固后经15 min保压停顿后顶锚锁定。正式张拉前,取100 kN的预紧张拉力,采用多次循环预紧方式对每根钢绞线进行预张拉,使其各部位的接触紧密,钢绞线完全平直。每根钢绞线预紧时,以两次张拉伸长值差 >3 mm为限,否则进入下一循环继续预紧直至符合要求为止。预紧后安装千斤顶和工具锚都要与工作锚对中,夹片要平整,严禁钢绞线在千斤顶的穿心孔内交叉。正式张拉时,采用限位张拉自行锚固的方式进行。张拉过程中,当达到某一级控制张拉力后稳定7 min,即可进行下一级张拉,达到最后一级张拉力后稳定15 min即可锁定。张拉时采用应力控制及伸长值校核的操作方法,及时准确地记录油泵泵读数、千斤顶伸长值、夹片外长度等。当实际伸长值

(上接第71页)

程的不同土质条件及注浆部位进行注浆压力设计。

(5)浆液水灰比:旋喷注浆时采用1;静压注浆时采用0.5~1.2。

4 补强效果和施工体会

4.1 补强效果

广州华南路三期工程A4标朝阳立交特大桥桩基础复合注浆法补强施工完成后,经广州市市政园林质量检测中心采用抽心直观检测方法检测,原桩缺陷部位完全胶质物充填,心样完整,强度增强,质量合格,符合设计要求。

4.2 施工体会

复合注浆技术在缺陷基桩补强处置中是一种可行和有效的方法,具经济性和应用性。从广州华南

大于计算伸长值的10%或小于5%时,要停止张拉,待查明原因并采取相应措施予以调整之后可继续张拉。张拉时,升荷速率每分钟不超过设计张拉力的10%;张拉人员必须站在千斤顶两侧位置操作,不得在千斤顶正面操作,以免发生夹片飞出伤人事故。

(8)高压补浆:通过锚垫板的补浆孔高压补浆,补浆压力 ≥ 0.6 MPa。

(9)锚头封闭:高压补浆3天后,将锚索预留50 mm长度后将多余的钢绞线用机械切割掉,将钢绞线和锚具清洗干净,水泥净浆注满锚垫板及锚头各部分空隙,用C25砼将锚头封闭。

5 结语

通过地表水的排除和锚索格构梁支挡等综合治理措施,成功地治理了友谊大道滑坡,建成至今,预应力锚索监测结果表明,锚索受力稳定,滑坡几乎没有新的滑移量,达到了预期效果。

参考文献:

- [1] CECS 22:2005, 岩土锚杆(索)技术规程[S].
- [2] 梁炯璠. 锚固与注浆技术手册[M]. 北京:中国电力出版社, 1999.
- [3] DZ/T 0219-2006, 滑坡防治工程设计与施工技术规范[S].

路三期工程A4标朝阳立交特大桥桩基础补强施工发现,缺陷部位的深度越大,补强的效果越好。

补强施工过程中,要严格技术流程,确保工艺参数。注浆前洗井必须充分,静压阶段要保持足够恒稳的压强,补强浆液的选材和配方要根据原桩缺陷的实际情况优选优配,以增强浆液的渗透性,确保补强处置的效果。

参考文献:

- [1] JGJ 79-91, 建筑地基处理技术规范[S].
- [2] 韩金田, 刘洪波. 复合注浆法在地基基础加固中的应用研究[J]. 岩土工程界, 2001, (9).
- [3] 彭振斌. 注浆工程设计计算与施工[M]. 武汉:中国地质大学出版社, 1997.
- [4] 苏科, 李仲秋. 采用综合注浆方法补强碎石桩复合地基的经验[J]. 勘察科学技术, 2001, (1).