

Technology of Grout Injection in Pile-end Reinforcement

Weiqiu Wu

China Railway Construction Port and Shipping Bureau Group Co., Ltd. General Contracting Branch, Zhuhai, Guangdong, 519000, China

Abstract

This paper introduces a pile-end reinforcement technology adopted in the punched cast-in-situ pile due to the defect of the pile-end bearing layer in combination with engineering examples. It mainly explains from the construction method and quality control and has certain reference for the treatment of similar engineering quality defects and values.

Keywords

Pile-end; broke; grout injection; reinforcement

桩端注浆补强技术

巫伟球

中国铁建港航局集团有限公司总承包分公司, 中国·广东 珠海 519000

摘要

论文结合工程实例介绍了冲孔灌注桩由于桩端持力层存在缺陷而采取的一种桩端补强技术, 主要从施工方法和质量控制进行了阐述, 对类似工程质量缺陷的处理有一定参考价值。

关键词

桩底; 破碎; 注浆; 补强

1 引言

钻冲孔灌注桩的施工大部分是采取水下灌注砼的施工工艺, 其施工过程无法直接观察, 具有隐蔽性, 对持力层是不是达到了设计所要求的岩层主要是结合地质资料及设计标高, 通过浮出的渣样来判别。如果经验不足或者遇到岩层破碎段极易判别失误, 出现质量问题, 导致桩端承载力不足, 严重影响其使用安全, 存在安全隐患, 因此, 应采取一定的加固措施进行补强, 使之满足使用要求。

2 施工背景

东部快线东部特大桥引桥 7# 墩 B 桩桩基类型为嵌岩桩, 桩径 $\phi 1.50\text{m}$, 采用 C30 砼, 桩端持力层为中风化花岗岩, 施工桩长为 31.9m。桩基检测采取抽芯检测, 其检测结果为: 桩身完整性评为 I 类, 桩长、桩身砼、桩底沉渣等满足设计要求, 但是, 桩底持力层出现破碎带, 岩样较为破碎, 有明显裂隙, 承载力较低, 持力层芯样达不到中风化性状, 未能满

足设计要求, 为暂不评定桩, 因此, 业主要求施工方采取措施对 7# - B 桩进行处理。

3 处理方法比选

鉴于桩底持力层破碎达不到设计要求的情况, 施工方与业主、设计及监理方对处理方案进行了讨论。

方案一: 在原桩位处重新冲孔施工;

方案二: 在该桩横桥向两侧各补一根桩;

方案三: 对桩底采取注浆加固补强。

方案一和方案二, 这两种方案成本较高、工期长, 况且, 从检测结果来看, 原桩基各项指标均达标, 尤其是桩身完整性, 被评定为 I 类桩, 一旦废除, 损失较大, 给施工方成本控制带来较大考验, 另外, 重新成桩的质量控制有不确定性, 存在施工风险; 方案三有操作简单、成本低、工期短等优点, 为了保证质量、减小对工期的影响, 最终, 研究决定采取方案三, 即采用对桩底注浆加固补强方案^[1]。

4 注浆加固补强原理

利用地质钻机在桩体原抽芯孔处对桩底进行钻孔, 钻孔孔深为桩端以下不少于 2m, 通过抽芯孔下旋喷管至距孔底 10cm 处, 自下而上加压喷射水泥浆, 水泥浆通过渗透、填充、挤密及胶结作用, 使桩底持力层内的破碎裂隙岩层固结为一个整体, 改善桩底受力状态, 消除持力层对桩端承载力不够的影响, 从而满足设计桩端承载力要求。

5 注浆施工工艺

5.1 工作准备

5.1.1 现场人员配置

技术负责人 1 名, 质检负责人 1 名, 桥梁工程师 1 名, 试验检测工程师 1 名, 安全员 1 名, 技术员 2 名, 钻机工 3 人, 制浆工 2 人, 修理工 1 人, 泵机操作工 1 人, 电工 1 人, 合计 15 人。

5.1.2 施工设备备置

- (1) GZB-40C 高压注浆机一台;
- (2) 3kw 型水泵一台、30KW、75KW 发电机各一台;
- (3) 泥浆搅拌机、XY-1 地质钻机各一台;
- (4) 浆桶一个;
- (5) 配套管窠一批。
- (6) 材料准备
- (7) 普通硅酸盐 P O 42.5R 水泥: 5 吨;
- (8) 清水: 3.0m³;
- (9) 减水剂: 75Kg;
- (10) 相关技术参数

水灰比为 0.6: 1, 即水: 水泥: 减水剂 = 720: 1200: 18(Kg), 水泥浆稠度在 15s ~ 18s 之间, 泌水率在 2% 内。

5.2 工艺流程

注浆孔钻孔—清孔—压浆装置安装—孔内压水试验—高压注浆—孔口压浆—终凝前孔口补浆。

5.3 具体施工方法

5.3.1 注浆孔钻孔

采用 XY-1 地质钻机, 利用原有的 3 个抽芯钻孔 (7# - B-1、7# - B-2、7# - B-3) 作为注浆加固处理孔, 孔径为 10cm, 钻孔孔深为桩端以下不少于 2m (钻孔布置如图 1 所示)。

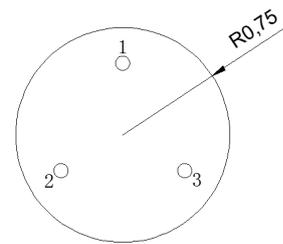


图 1 7#-B 钻孔布置图

5.3.2 清孔

插入压浆喷管到抽芯孔底以上 10cm 处, 注入清水, 将钻孔逐个清洗干净, 清孔后把孔口周围吹干吹净。

5.3.3 压浆装置安装

首先, 在每个压浆孔 (直径为 10cm) 加工一块带压浆管头和排气管的连接铁板与一块锚铁板, 铁板尺寸均为 30 × 30 × 2cm, 并在铁板 4 个角预留螺栓孔, 同时, 加工 3 块与铁板相匹配的橡胶垫片。

然后, 用 6cm 厚的环氧树脂胶砂抹平抽芯钻孔口周围, 抹平前应清扫干净, 抹平范围为 40cm 正方形, 同时预埋好螺栓, 螺栓位置必须准确无误, 再贴上锚垫铁板, 贴前应在锚铁板面抹上环氧树脂, 铁板确保贴平; 把带有压浆管头和排气管的铁板放置在锚垫板上, 用预埋螺栓连接, 连接处垫上胶垫确保密封不漏浆, 同时采用环氧树脂密封铁板四周, 保证孔口不漏气; 铁板上采用 10cm 厚环氧树脂胶砂进行封盖, 完成后, 对环氧树脂胶砂进行养护, 养护时间不少于 3 天。压浆孔布置如图 2 所示。

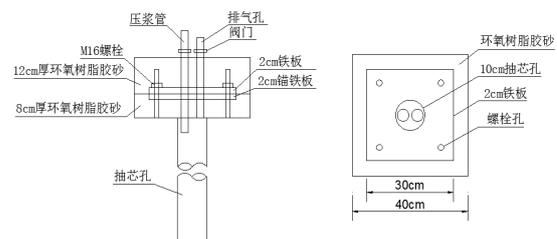


图 2 压浆孔布置图

螺栓验算:

压浆孔口受拉力为:

$$5 \times 103\text{KN/m}^2 \times (3.14 \times 0.052) = 39.25\text{KN};$$

单个 M16 螺栓允许拉力:

$$[N] = \pi[\sigma] (2d - 1.8763t) \frac{2}{16} = 110 \times 23.14 \times (2 \times 16 - 1.8763 \times 3) \frac{2}{16} = 15.0\text{KN}, \text{ 四个螺栓允许拉力为 } 15.0\text{KN} \times 4 = 60\text{KN} > 39.25\text{KN}, \text{ 满足要求。}$$

5.3.4 孔内压水试验

待环氧树脂胶砂固结养护（不少于 3 天）达到要求后，先对各孔进行压水试验，连接压浆机与铁板上的压浆管头，加压，缓缓灌入自来水，观察排气管头，待有水流出时，关闭排气阀门，确保不漏水后，计算每个钻孔用水量，用于指导配浆量。

5.3.5 高压注浆

（1）配浆量确定后，启动搅拌设备，按配比先加水后加灰，开始搅拌水泥浆，水泥浆搅拌完成后制作 6 组水泥试块。

（2）打开压浆管头与排气管头的阀门，将注浆管伸入至孔底，启动压浆机，向孔内注浆，徐徐把孔内的清水替换出孔外。

（3）当排气管头有浓浆冒出来时，关闭排气阀保持压力不小于 5.0Mpa，持荷时间在 10min 以上。

（4）根据压浆压力、持荷时间、钻孔周边冒浆情况，重复压浆，保证水泥浆进入破碎带和裂隙，达到填充饱满的目的。

5.3.6 补浆

压浆结束后在水泥浆液终凝前再进行孔口补浆，消除浆液回缩，直至孔口满浆不再回缩为止。压浆完成第一个孔后，再进行下一孔施工；至所有注浆孔压浆完成后，用清水将机械设备冲洗干净。

5.3.7 重新检测

待 28 天养护后重新对 7# - B 进行低应变检测，检测结果表明各项指标均满足设计及规范要求，最终评定为 II 类桩。

6 质量控制要点

6.1 钻孔

- （1）孔位：利用原有的抽芯钻孔。
- （2）孔径：岩层（砼层）钻孔孔径不小于 101mm。
- （3）钻孔垂直度：垂直度偏差不超过 0.5%。
- （4）孔深：钻孔深度要求穿过桩底段进入中风化岩层不小于 2.00m。

6.2 喷射注浆

- （1）钻孔经验收合格后，方可进行喷射注浆。
- （2）注浆一定要按施工程序进行，注浆压力严格控制在设计注浆压力范围内，专人操作。
- （3）下喷射管前，应进行地面试喷并调准。

（4）下入、拆卸喷射管时，应采取措施防止喷嘴堵塞。

（5）当喷头下至高压旋喷注浆设计深度，应先按规定参数送浆进行驻喷，待浆液返出孔口方可开始高压旋喷注浆。

（6）高压旋喷注浆应全孔连续作业。每当拆卸喷射管后或因事故中断后恢复施工时，应进行复喷，保证搭接长度不小于 0.2m。

（7）在高压旋喷注浆过程中，出现压力突降或骤增、孔口回浆浓度或回浆量异常等情况时，应查明原因，及时处理，恢复正常情况后方可继续喷射。

（8）若发生串浆，应填堵被串孔。待灌浆孔高压旋喷注浆结束，应尽快进行被串孔的扫孔、灌浆或继续钻进。

（9）施工中应如实记录各项参数、浆液材料用量、异常现象及处理情况等。

（10）高压旋喷注浆应监测提升速度、喷射压力、流量和密度等四个参数的功能。

（11）孔内严重漏浆可采取以下措施进行处理。

- ①降低喷射管提升速度或停止提升采取驻喷。
- ②调整喷浆压力、流量进行原地旋转注浆。
- ③加大浆液浓度。
- ④不返浆部分进行复喷。

6.3 配浆

（1）所用注浆材料必须符合有关质量标准。水泥在施工过程中应抽样检查，不得使用受潮结块的水泥。制浆材料称量可采用重量或体积称量法，其误差应不大于 5%。

（2）水泥浆的搅拌时间，使用高速搅拌机不少于 3min；使用普通搅拌机应不少于 5min，自制备至用完的时间应少于 4h。

（3）浆液应在过筛后使用，并定时检测其密度。

7 结语

通过本工程的实践证明，对桩底持力层破碎岩层进行注浆加固补强，质量可控，能满足设计及规范要求。该工法具有工艺简单、成本低、工期短、效果明显等优点，对类似工程质量事故处理具有非常重要的指导意义。

参考文献

- [1] 周水兴. 路桥施工计算手册 [M] 北京: 人民交通出版社. 2001.5.