

灌注桩桩端后注浆技术的效益分析

Benefit Analysis of Cast-in-Place Pile

莫云杰 黎延 潘秀菊 姚向辉

Yunjie Mo Yan Li Xiuju Pan Xianghui Yao

中建八局第二建设有限公司 中国·广西 南宁 250000

China Construction 8th Bureau Second Construction Co., Ltd., Nanning, Guangxi, 250000, China

摘要: 论文通过工程实例,分析了桩端后注浆技术在某工程旋挖灌注桩的应用情况,该工程实例数据表明,注浆后单桩承载力实测值比设计值提高26%左右,说明该技术能大幅提升灌注桩的承载力,进而减少建筑物的沉降值,保证主体结构的安全性,同时能够降低桩长,减小桩基工程的工程量,具有一定的经济效益与应用价值。

Abstract: The paper analyzes the application of the post grouting technology at the pile end in the rotary excavated cast-in-place pile of a project through a project example. The data of the project example shows that the measured value of the bearing capacity of a single pile after grouting is about 26% higher than the design value, which shows that the technology can greatly improve the bearing capacity of the cast-in-place pile, thereby reducing the settlement value of the building, ensuring the safety of the main structure, and reducing the pile length and the amount of pile foundation work, it has certain economic benefits and application value.

关键词: 桩基; 后注浆技术; 承载力

Keywords: pile foundation; post-grouting technology; bearing capacity

DOI: 10.12346/etr.v4i8.6847

1 引言

随着城市内新建项目越来越多,基础施工为了达到施工便捷及降低噪音的目的,旋挖钻孔灌注桩应用越来越广泛。但由于各项目地质条件的复杂性,以及天气、施工队伍及机械等各方面原因,桩基底部细小空隙及沉渣情况往往很难控制,这对单桩承载力有较大影响。桩端后注浆技术一方面能够填充桩端土体空隙,固化桩底沉渣,从而大幅度提升单桩的实际承载能力;另一方面可减小桩长,节省钢筋及桩身混凝土,形成一定的经济及工期效益^[1,2]。

2 工程概况

南宁某项目基础土体由①素填土、②粉质黏土、③粉土、④全风化砂岩、⑤强风化粉砂质泥岩、⑥强风化粉砂岩、⑦中风化粉砂质泥岩、⑧中风化粉砂岩构成,地下水主要为上层滞水及孔隙水;项目前期在场内地质情况较差的位置选

取试桩点,设计单位根据试桩静载试验报告计算后初步确定采用泥浆护壁旋挖钻孔灌注桩基础,桩型为端承摩擦桩,桩径均为1000 mm,总根数为476根,单桩竖向抗压承载力特征值为5000 kN,单桩竖向抗压极限承载力为10000 kN,桩长应大于14 m,部分桩长需达到25 m,持力层选取为中风化粉砂质泥岩及中风化粉砂岩,对桩端全截面进入持力层的深度要求大于等于6 m^[3,4]。

3 设计优化

经与业主及设计单位研讨,由于项目基础底板面积达11274 m²,且不设置沉降缝,为保证楼梯整体沉降一致,同时优化基底土质,减小孔隙水对桩基的影响,决定桩端采用后注浆技术来提高桩身承载力,大部分桩的持力层可向上调整或降低桩身入岩深度以减小桩长。方案确定后,在桩基大面积开始施工前,项目组织施工队伍及第三方检测单位采用

【作者简介】莫云杰(1997-),男,中国广西梧州人,本科,助理工程师,从事建筑工程研究。

后注浆进行第二次试验桩作业^[5]。

4 注浆管安装

在原有桩长的设计上增加后注浆做法，注浆管采用内径 50 mm，壁厚 5 mm 的钢管，每根桩沿钢筋笼圆周对称设置 2 条，压浆管之间采用丝扣连接，避免焊接^[6-8]。注浆管设置如图 1 所示，出浆口埋入桩底以下土中 400 mm 的深度，一方面可以避免出浆口被水泥浆包住，同时也可以让水泥浆充分加固桩底沉渣或虚土；钢筋笼下放过程严禁悬吊，避免桩端压浆阀埋在混凝土中，影响压浆效果；桩身浇筑完成后、桩帽施工时，桩顶浮浆采用人工或风镐凿除，以免将注浆管凿破；压浆前根据工程桩施工进度，对桩身砼强度达 70% 的桩的桩号及完工日期进行统计列表。注浆作业在成桩后 2 天开始，不可迟于成桩 30 天后。



图 1 设置灌注桩注浆管

开塞的时机为成桩 3~5 天后，用高压水冲开出浆口的管阀密封装置。开塞采用逐步升压法，当压力骤降，流量突增时，表明通道已经开通，立即停机，防止大量水涌入地下。⑤高压压浆泵与压浆管之间采用能承受 2 倍以上最大压浆压力的加筋软管，其长度一般不超过 50 cm，输浆软管与压浆管之间设置卸压阀。⑥注浆时对桩顶上抬量进行观测，控制不超过 2 cm。⑦注浆压力控制不小于 3 MPa，流速控制不小于 75 L/min 以内，每根注浆管均注入均等量的水泥浆。⑧注浆终止标准应采用注浆量和注浆压力双控原则，以注浆量（水泥用量）控制为主，以注浆压力标准为辅，当注浆量达到要求时可终止注浆；当注浆压力大于 3 MPa 并持荷 3 分钟，且注浆量到要求量的 75%，也可终止注浆（如图 3 所示）。



图 2 灌注桩后注浆压浆泵

5 注浆作业

注浆施工工艺如下：准备工作→管阀制作→灌注桩施工（后压浆管埋设）→压浆设备选型及加筋软管与桩身压浆管连接安装→打开排气阀并开泵放气调试→关闭排气阀压清水开塞→按设计水灰比拌制水泥浆液→水泥浆经过滤至储浆桶（不断搅拌）→待压浆管道通畅后压注水泥浆液→桩检测。

注浆设备及参数如下：①高压压浆泵是实施后注浆的主要设备（见图 2），高压压浆泵一般采用额定压力 6~12 MPa，额定流量 30~100 L/min 的压浆泵，高压压浆泵的压力表量程为额定泵压 1.5~2.0 倍。高压压浆系统由浆液搅拌机、带滤网的贮浆斗、高压压浆泵、压力表、高压胶管、预埋在桩中的压浆导管和单向阀等组成，其最大工作压力为 30 MPa。②注浆压力为 3~10 MPa，注浆流量不超过 75 L/min，注浆量约为 1.8 t。③灌注浆液为普硅水泥（P.O52.5）水灰比（重量比）为 0.5 的水泥浆掺入 10% 的 UEA 膨胀剂，刚开始拌制水泥浆液时，水灰比应适中，以便根据压浆情况上下调整水灰比。水泥浆液过滤后可放入储浆筒内以备压浆，浆液在储浆筒内应不断搅拌，避免浆液长时间静置而沉淀。④压浆前，为使整个压浆线路畅通，先用压力清水开塞，



图 3 灌注桩后注浆作业

6 效益分析

后注浆施工完成后，在桩身混凝土达到设计要求的条件下，承载力检验在注浆完成 20 天后进行；注浆后试验桩 B（在原设计试验桩 A 桩长 20.3 m 基础上增加注浆管，桩长不变）与原设计试验桩 A 的第三方静载力检测报告进行对比，

注浆后单桩竖向抗压极限承载力为 13152 kN, 相对于设计值提高了 31.52%; 注浆后试验桩 C (在原设计试验桩 A 基础上增加注浆管, 持力层由中风化粉砂岩上调为中风化粉砂质泥岩, 桩长由 20.3 m 减小为 17.83 m) 与原设计试验桩 A 的第三方静载力检测报告进行对比, 注浆后单桩竖向抗压极限承载力为 12631 kN, 相对于设计值提高了 26.31%, 这表明桩端后注浆技术在砂层区下可在缩短桩径的同时仍能保证大幅提高单桩承载力。

经过测算, 该项目工程桩共有 476 根, 原设计桩长总长度约 9024.96 m, 平均每根桩有效桩长约 18.96 m, 单桩承载力达到约 5000 kN (156.25 kN/m) 即可满足承载力要求, 在桩底注浆后承载力可提高 25%~30% 不等, 每根桩理论可节约 $5000 \times 25\% / 156.25 \text{ kN/m} = 4.74 \text{ m}$, 实际施工过程中, 根据地质剖面及桩基施工记录, 增加后注浆的桩长总长度约 7292.32 m, 平均每根有效桩长约 15.32 m, 总共节约了 1732.64 m。节约造价约 10.39 万元, 同时后注浆可与桩头处理同时进行, 理论减少了因桩长缩短的钢筋笼制作时间及砼灌注时间约 144.38 个工时。

7 结语

通过该工程实践证明, 在持力层为砂层的地质条件下,

桩底注浆的单桩极限承载力均大于未注浆的承载力, 提高幅度在 25%~35%; 桩底进入砂层越深, 后注浆后单桩垂直承载力提高幅度越大。同时能够相应地减小桩长, 创造一定的经济及工期效益, 对具备类似地质条件的高层项目具有较好的借鉴及推广意义^[9,10]。

参考文献

- [1] GB 50007—2011 建筑地基基础设计规范[S].
- [2] DB 21/T907—2015 建筑地基基础技术规范[S].
- [3] JGJ 94—2008 建筑桩基技术规范[S].
- [4] JGJ 106—2014 建筑桩基检测技术规范[S].
- [5] GB 50010—2010 混凝土结构设计规范[S].
- [6] 苏建福. 桩基工程中桩端后注浆技术的实践探究[J]. 福建建材, 2014(5):23-25.
- [7] 曲少臣. 岩土注浆技术的应用发展趋势研究[J]. 粘接, 2021(3):101-102.
- [8] 司呈文. 谈房屋建筑土木工程施工注浆技术[J]. 中国住宅设施, 2021(10):33-34.
- [9] 马淑景. 桩端后注浆技术在建筑工程中的应用[J]. 江西建材, 2021(10):88-90.
- [10] 徐昌永, 何树凯. 灌注桩后注浆技术的应用[J]. 建筑技术开发, 2020(7):121-123.