

doi:10.16018/j.cnki.cn32-1650/n.202102009

不同成桩工艺对钻孔桩后注浆量的影响

于德国,张 彬,陈 明
(盘锦职业技术学院 建筑工程学院,辽宁 盘锦 124000)

摘要:通过工程实例,对比分析了按照规范计算得到的钻孔灌注桩后注浆量理论值和现场实际的注浆量值,实际值比理论值略高;对不同施工工艺的钻孔桩的注浆量进行了比较,反循环成孔灌注桩的注浆量略高于旋挖钻成孔灌注桩,并对产生的原因进行了分析。

关键词:桩;工艺;注浆;影响

中图分类号:TU473.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-5322(2021)02-0041-03

钻孔灌注桩具有施工简单、作业方便、技术相对成熟等优点,一直广泛应用于建筑、桥梁等工程的桩基础。孟凡伟等^[1]通过数值模拟对软土后注浆灌注桩侧阻力分布数值进行了研究;王艳等^[2]对适用于黏性土、粉土、粉细砂及中粗砂地层,桩端后注浆有效注浆量的计算方法进行了探讨;万志辉等^[3]对不同成桩工艺的后压浆灌注桩承载特性的影响进行了试验研究。

桩端桩侧后注浆技术是通过注浆,加固成桩过程中产生的桩底沉渣以及桩周泥浆留下的泥皮,使之与桩底及桩周的土体形成整体,适用于淤泥质及软弱土层,能够极大提高桩的承载力,改善

桩体的性能,因此得到了广泛的应用。

1 工程情况

某工程基础采用钻孔灌注桩基础,前期已经过试桩^[4],地质情况见表1。最终设计桩型为桩径800 mm,有效桩长40 m,且桩端进入持力层不小于2 m,单桩竖向承载力特征值 $R_a=3\,000\text{ kN}$,桩身混凝土强度为C35。由于场地内地质情况较为单一,存在液化土层及厚度较大的软弱土层,对建筑抗震不利,上部结构荷载较大,因此最终确定采用桩侧桩端后注浆工艺,以提高单桩承载力。

表1 各层岩土地基承载力特征值一览表
Table 1 List of characteristic values of the bearing capacity of each layer of rock and soil

层号	岩土名称	土层厚度/m	建议承载力 特征值 f_{ak}/kPa	极限侧阻力 标准值 q_{sik}/kPa	极限端阻力 标准值 q_{pk}/kPa
①	冲填土	2.9			
② ₁	粉质黏土	2.6	60	22	
③	粉砂夹粉质黏土	7.4	95	24	
④	粉质黏土粉砂互层	5.3	75	25	
⑤	粉砂夹粉质黏土	2.6	110	30	
⑥	粉质黏土	7.5	110	40	
⑦	粉质黏土夹粉砂	7.7	140	45	
⑧	粉细砂	11.4	190	60	1 200
⑨	粉质黏土	5.2	160	50	

2 注浆情况

根据文献[5]第6.7.4条的规定:单桩注浆

量的设计应根据桩径、桩长、桩端桩侧土层性质、单桩承载力增幅及是否复式注浆等因素确定,可按下式估算:

$$G_c = \alpha_p d + \alpha_s nd$$

其中: G_c 为注浆量,以水泥质量计,t; α_p 、 α_s 分别为桩端、桩侧注浆量经验系数, α_p 取 1.5~1.8, α_s 取 0.5~0.7,对于卵砾石、中粗砂取高值; n 为桩侧注浆断面数; d 为基桩设计直径,m。

$$G_c = \alpha_p d + \alpha_s nd =$$

$$1.5 \times 0.8 + 0.5 \times 1 \times 0.8 = 1.6(t)$$

工程选用 BW150 型高压注浆泵、经过计量校准的 10 MPa 压力表、水泥浆搅拌机、2 m³ 贮浆筒(上下覆滤网)。注浆水泥采用 32.5 矿渣硅酸盐水泥,水灰比为 0.5~0.55,注浆管选用 A25 mm×2.5 mm 的普通钢管导管,以及与导管配套的接头套筒、封堵堵头、注浆阀(单向阀)组成注

浆系统。桩端和桩侧注浆阀在现场进行加工,采用 $\phi 6$ mm 的钻头在注浆管 300 mm 范围内进行打孔,孔洞轴向间距 50 mm,环向间距 20 mm,钻孔并清理干净后,进行密封,以防止泥浆及混凝土进入到注浆管内,并且要保证注浆压力超过 1 MPa 时,水泥浆能够顺利冲出。注浆管采用套筒通过螺纹丝扣连接进行接长,同时为了增强连接效果,还需要在接缝处采用焊接进行补强。在钻孔桩混凝土灌注完成后 2~5 d 开始进行注浆,开始的时候要控制注浆压力和速度,然后再逐渐增大,单根注浆管最终的注浆压力控制在 3 MPa~6 MPa,直至注浆完成(图 1)。

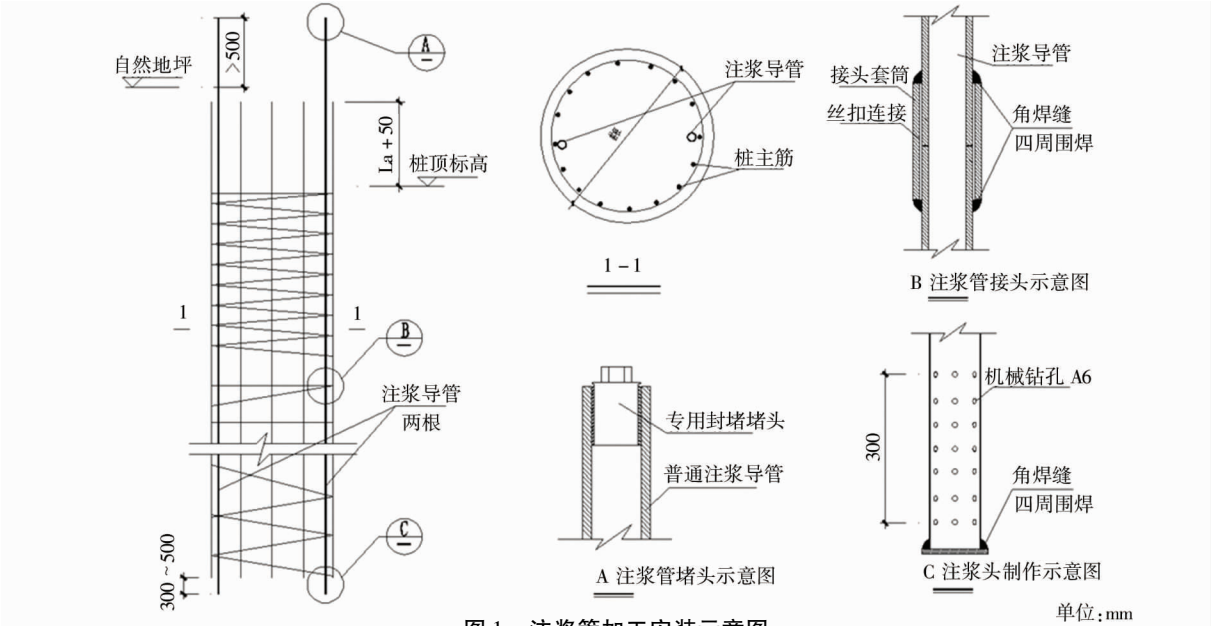


图 1 注浆管加工安装示意图
Fig 1 Schematic diagram of grouting pipe processing and installation

本工程共采用反循环成孔灌注桩和旋挖钻成孔灌注桩两种施工工艺。通过对现场桩的注浆情况记录,整理后得到不同施工工艺的钻孔灌注桩的平均注浆量,见表 2。

表 2 实际注浆量 Table 2 Actual grouting amount			
桩长/m	桩径/m	施工工艺	水泥用量/t
40	0.8	反循环成孔	1.9
40	0.8	旋挖钻成孔	1.7

3 原因分析

通过注浆量的理论计算值与现场实际注浆量的比较可以看出,反循环成孔灌注桩的注浆量值

略大于旋挖钻成孔灌注桩的注浆量值,另外实际注浆量的值略大于理论计算的量值。

钻孔桩后注浆的作用主要是使浆液渗透到桩周及桩端的土体中,同时对周围的土体起到挤密的作用。由于两种工艺都使用了泥浆进行护壁,灌注混凝土之后,两种工艺都在桩周侧壁上留下了一层泥皮。在渗透、挤密的过程中,桩侧注浆时,由于存在着光滑的泥皮,因此有利于浆液从注浆口沿着桩身分别向上部和下部进行渗透,从而使桩身与周围的土体能够更好地结合,提高在桩身的摩阻力。另外,泥皮的强度不是很高,随着注浆压力的增大,浆液能够穿透泥皮,进而深入到桩周的土体当中,对桩周一定范围内的土体进行加

固,相当于对周围土体进行了处理,进一步提高了桩身的摩阻力。但是,反循环成孔相对于旋挖钻成孔,周围形成的泥皮相对更加光滑一些,因此相当于增加了浆液的行走距离,因此,桩侧的注浆量会略高一些。

桩端注浆时,浆液同样会沿着桩周的泥皮向上运动,也会穿透泥皮,对桩端底部以及周围一定范围内的球形土体进行加固,另外,由于桩底沉渣的影响,浆液还会对沉渣进行加固。反循环成孔时,主要靠钻头不断向下旋转切削土体,虽然通过不断循环排除土渣,以及进行清孔,相对于旋挖钻成孔,仍然会有部分沉渣留在孔底,桩底沉渣颗粒之间的空隙要远大于原有固结土体。因此,由于反循环成孔灌注桩侧壁的泥皮相对于反循环成孔灌注桩要光滑,以及沉渣厚度的影响,导致反循环成孔灌注桩桩端注浆量也略高,最终导致了两种工艺注浆量的不同。

由土层性质知道,桩体周围存在着较大厚度的软弱土层。因此,在注浆时浆液冲破泥皮后,在土层横向的行程要比其他土层相对较远,从而导致两种工艺的注浆量,均较按照规范计算的理论

量略高。规范里对于 α_p 、 α_s 虽然考虑取值范围,但仅考虑了周围土体之间的孔隙多少。孔隙高时,系数取高值;孔隙低时,取低值。没有考虑到软弱土层时,注浆液的横向行程也会略增大。

4 结论

(1)注浆结束后,两种施工工艺的钻孔桩均进行了静载试验,经过注浆之后的单桩承载力均能够满足要求。

(2)不同的施工工艺会导致注浆的量不同,相同条件下,反循环成孔灌注桩的注浆量会略高于旋挖钻成孔灌注桩。

(3)由于桩端和桩侧注浆使用同一根注浆管,因此得到的是注浆总量,没有分别得到桩端和桩侧的注浆量。对于两种施工工艺情况下,桩端和桩侧的注浆量分别是多少,以及与规范计算的理论值之间的差值,还需要进一步研究。

(4)建筑桩基规范只考虑到了桩周土体孔隙的增大会导致注浆量的增加,而没有考虑到对于存在较大厚度软弱土层的情况下,注浆量在横向方向上的增加对系数的影响。

参考文献:

[1] 孟凡伟,蒋建平. 软土地区后注浆灌注桩侧阻力分布数值研究[J]. 燕山大学学报,2020,44(2):173-180.
[2] 王艳,尹骥. 桩端后注浆有效注浆量计算方法的探[J]. 地下空间与工程学报,2016,12(3):789-794.
[3] 万志辉,戴国亮,龚维,等. 不同成桩工艺对后压浆灌注桩承载特性影响的试验研究[J]. 东南大学学报(自然科学版),2020,50(2):231-236.
[4] 于德国,金刚. 钻孔灌注桩桩端后注浆对提高桩身承载力的研究[J]. 山西建筑,2013,39(29):69-71.
[5] 中华人民共和国建设部. 建筑桩基技术规范:JGJ 94—2008[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2008.

Influence of Different Pile Forming Technology on Post Grouting Quantity of Bored Pile

YU Deguo, ZHANG Bin, CHEN Ming

(School of Construction Engineering, Panjin Vocational and Technical College, Panjin Liaoning 124000, China)

Abstract:Through an engineering example, the theoretical value of post grouting volume of bored pile calculated by the code is compared and analyzed with the actual grouting volume on site, and the actual value is slightly higher than the theoretical value. The grouting amount of bored pile with different construction technology is compared. The grouting amount of reverse circulation bored pile is slightly higher than that of rotary drilling bored pile, and the causes are analyzed.

Keywords:pile; process; grouting; influence

(责任编辑:张英健)