

# 泥浆护壁成孔灌注桩后注浆技术正确应用研究

焦文秀

(天津市第二地质勘探大队,天津 300191)

**摘要:**为保证泥浆护壁成孔灌注桩后注浆技术正确应用,首先分析了后注浆技术对泥浆护壁灌注桩的作用机理以及天津地区的应用现状,然后通过对影响其应用效果的多种因素,如从业人员资格、成孔成桩质量、注浆阀、注浆泵、注浆相关参数等分析研究,提出相应的措施或建议。

**关键词:**泥浆护壁;灌注桩;后注浆技术

**中图分类号:**TU473 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2018)07-0087-03

**Study on Proper Application of Post-grouting Technology for Holing Cast-in-place Pile with Slurry Retaining/JIAO Wen-xiu** (Tianjin Second Geological Exploration Brigade, Tianjin 300191, China)

**Abstract:** In order to ensure the correct application of the post-grouting technology for the holing cast-in-place pile with slurry retaining, this paper analyzes the mechanism of post-grouting technology to the cast-in-place pile with slurry retaining hole and the application status, some corresponding measures or suggestions are put forward based on the analysis on the factors that affect the application effect, such as the qualification of the employees, the quality of the completed holes and piles, grouting valve, grouting pump and the relevant grouting parameters.

**Key words:** wall retaining with slurry; cast-in-place pile; post-grouting technology

## 0 引言

传统灌注桩虽有诸多优点,但由于其采用泥浆护壁成孔的施工工艺,造成了孔底沉渣、桩侧泥皮、桩周土体强度降低等缺陷,使桩端、桩侧阻力不能充分发挥。后注浆技术不但保留了传统钻孔灌注桩的各项优点,还弥补了其施工工艺造成的缺陷和不足<sup>[1]</sup>;后注浆能够有效地提高灌注桩的承载性能,降低建筑物、构筑物的沉降量,这几乎是所有从事桩基设计、施工及检测人员的共识。桩底桩侧后注浆技术的发明应用,是提升泥浆护壁灌注桩质量的一次革命,使灌注桩质量的可靠性大大提升,延伸、焕发了传统泥浆护壁成孔灌注桩新的生命力,使其具有更广阔的应用前景。

天津地区泥浆护壁成孔灌注桩后注浆技术应用非常广泛,从 20 世纪 90 年代初的今晚报大厦到近年来的津塔写字楼、周大福金融中心、117 大厦等为代表的绝大部分高层、超高层建筑的桩基础都采用了桩底或桩底桩侧后注浆技术。后注浆灌注桩的最大深度达到了 120 m(117 大厦试桩最大孔深 120.6 m)<sup>[2]</sup>,注浆桩孔径范围 600~1000 mm。

后注浆技术虽然应用广泛,总体效果也使灌注桩的承载力都有所提高,但提高的幅度却缺乏相关一致性,离散性较大。即使是同一场区工程地质条件相对稳定,桩型相同,而施工队伍不同其后注浆技术应用产生的效果也不尽相同。天津地区后注浆技术应用,多采用桩底后注浆,采用桩底桩侧复式注浆的工程较少。近年来掌握的数据表明桩底后注浆对承载力的提高幅度在 22%~40%。

## 1 后注浆技术对泥浆护壁灌注桩的作用机理

泥浆护壁成孔灌注桩,无论其采用何种成孔工艺(冲击、回转钻进还是旋挖成孔),其孔底都不可避免地留存残渣或沉淤,在孔壁形成一定厚度的护壁泥浆膜。后注浆技术是在灌注桩成孔后下放安置的钢筋笼上设置桩底或桩底桩侧复式压浆装置,在灌注混凝土成桩达到一定强度后,利用注浆泵将浆液输送到桩底或桩侧。

浆液压入桩底,对桩底附近的桩周土层起到渗透、填充、压密和固化作用,从而提高桩承载力的效果。其机理即在桩身形成一定强度后,将浆液注入

收稿日期:2018-04-13; 修回日期:2018-06-21

作者简介:焦文秀,男,汉族,1969年生,教授级高级工程师,国家一级注册建造师,探矿工程专业,硕士,研究方向为地基及基础处理、地质灾害防治等,天津市南开区红旗南路261号,421146101@qq.com。

桩底,则浆液会优先渗入到较疏松的桩端沉渣,与其结合形成凝结块,在注浆点会集中形成球泡,以此挤密周围土层,当注浆量和注浆压力达到一定数值,就会在土层中产生劈裂缝,浆液沿劈裂面进入土体或沿桩身周边上返形成梨形扩大头从而消除桩端沉渣负作用。桩侧注浆后,浆液将充填桩身与桩周土体之间的空隙,通过对泥皮和土体的挤密作用,加强土体与桩身的粘结力,提高桩的摩阻力。当浆液压力超过周围土体的孔隙水压力时,就会向桩周土体渗透,渗透作用除了挤密和冲破泥皮以外,还可以使桩侧土体与桩身成为整体,浆液硬化后在桩身形成楔体,增大了桩侧摩阻力,这种情况还相当于变相增大灌注桩的桩径。

无论是桩底还是桩侧,浆液将通过渗入、压密或劈裂的方式产生充填胶结、加筋、固化等物理化学反应,实现对土体的加固,最终实现桩体与土体之间的增强结合,大幅提高桩的承载能力,降低桩基础的沉降<sup>[3-6]</sup>。

## 2 后注浆技术应用现状(以天津地区为例)

天津地区(除蓟县外)软土发育覆盖层厚,后注浆技术应用产生的桩基质量提升和经济效益都非常明显,特别是降低减缓建筑物沉降的效果非常明显,故应用前景非常广泛。20世纪90年代,后注浆技术属中科院地基所专利保护技术,虽应用有限,但实施操作比较规范。近年来特别是《建筑桩基技术规范》(JGJ 94—2008)将灌注桩后注浆技术编入规范后,泥浆护壁灌注桩后注浆技术得到了普遍应用,天津地区多数后注浆桩基工程只采用桩端后注浆技术,少数桩长>50 m的深桩采用了桩底+桩侧后注浆技术。但实施操作的水平和取得的效果差别较大。目前影响后注浆效果的主要问题有:

- (1)后注浆技术实施主体没有资质要求;
- (2)灌注桩成孔、成桩质量有缺陷:垂直度误差大、局部缩径、桩孔超深、桩体混凝土离析不密实等;
- (3)注浆开启时间早,注浆量不足;
- (4)对后注浆技术作用机理理解不透彻,关键工序或关键部件加工制作不符合要求。

## 3 注浆技术正确应用研究

### 3.1 明确后注浆技术实施主体的资格要求

各领域都有从业资格要求,后注浆技术的应用

实施也不应该例外。一项好的技术发明应用,只有在行家手里才能发扬光大。否则,应用效果会大打折扣,还可能会带来极大的隐患甚至最终导致这项技术的夭折(干法水泥搅拌桩——粉喷桩施工技术在天津的夭折即如此)。

### 3.2 提高泥浆护壁成孔、成桩质量

尽管后注浆技术是传统灌注桩天然缺陷的克星,但取得良好效果的前提是泥浆护壁灌注桩成孔成桩质量必须满足规范或设计要求。否则,后注浆技术应用也难以取得预期效果。

#### 3.2.1 成孔垂直度

成孔垂直度不满足要求,下放钢筋笼过程易遇阻甚至安置不到位,附着在钢筋笼上的注浆装置可能被损坏或注浆阀接触不到孔底,这种情况下注浆起不到应有的作用。

#### 3.2.2 孔径

天津地区绝大部分区域都是软土区域且覆盖层厚,泥浆护壁灌注桩成孔局部缩径现象较为常见。产生缩径,下放钢筋笼必然遇阻,附着在钢筋笼上的注浆装置可能被损坏。注浆阀被损坏,注浆技术运用即失效。

#### 3.2.3 孔深

虽然《建筑地基基础施工质量验收规范》(GB 50202—2002)表 5.6.4-2 混凝土灌注桩质量检验标准主控项目孔深允许偏差或允许值规定为+300<sup>[7]</sup>,但是对于运用桩底后注浆技术的灌注桩却不能允许。应严格控制成孔深度,严禁超深。如桩孔超深,钢筋笼下不到孔底,其底端的注浆阀将会被浇筑在桩体混凝土中,注浆时,注浆阀可能不能开启,即使开启,也不能保证对孔底沉渣进行有效加固。

#### 3.2.4 灌注混凝土成桩

桩孔灌注过程,要充分掌握和利用导管内混凝土与导管外孔内泥浆产生的压差,靠混凝土自重沿导管内壁自然流动,由孔底沿孔壁与导管外壁的环形空间上返至孔口。灌注过程中,尽量减少导管上下窜动次数,减小因窜动导管使混凝土产生离析,确保桩体混凝土的密实度。如桩体混凝土离析,注浆时浆液会沿桩体内孔隙上返至孔口,起不到注浆预期的效果

### 3.3 注浆管焊接质量

一节钢筋笼的注浆管采用丝扣连接,但二节及其以上,在孔口需要焊接。如焊接质量不满足要求,

焊缝不严密,注浆液将沿焊接缝、漏洞、砂眼儿溢出,从而使得浆液到达不了孔底或到达孔底后压力严重不足,注浆技术运用的效果也将大打折扣。

### 3.4 注浆阀

目前注浆阀多为现场加工,制作较为粗糙,出浆孔孔径大小随意,外包装的单向逆止材料也各不相同。有用透明胶带包裹,根本起不到保护的作用。最简单的是在注浆阀外用宽度5 cm左右的自行车内胎以“一层压一层”的形式紧密缠绕一层或二层,收尾端活头部分用卡箍锁死。然后在胎胶外侧再缠绕多层绝缘防水胶布。确保注浆阀在轻微碰撞刚蹭情况下不被破坏且能有效逆止。

### 3.5 开始注浆时间

《建筑桩基技术规范》(JGJ 94—2008)第6.7.5第1条:注浆作业宜于成桩2 d后开始;不宜迟于30 d后<sup>[8]</sup>。实际上,注浆时间早,桩体混凝土强度低,在周边桩孔施工对地层扰动严重的状态下,极易发生注浆液沿桩体内部孔隙、钢筋及注浆管壁上返且易发生注浆液串入相邻桩孔甚至串入正在施工的循环泥浆中,产生注浆量满足设计要求的假象。根据多个注浆桩基工程的总结:最早注浆时间宜在成桩7 d后开始。桩体混凝土在环境温度11~16℃(华北地区)<sup>[9]</sup>,7 d后其强度应该在设计强度的30%~50%,此时开始注浆,方能保证浆液有效以渗入、压实或劈裂的方式对桩底、桩侧土体产生充填胶结、加筋、固化等物理化学反应,实现对土体的加固。

### 3.6 注浆泵

目前后注浆使用的注浆泵绝大多数泵压和流量是固定的,不可调控的,应该选用可调可控的更合理。这样根据地层情况及注浆量情况适当调整压力和流量,针对性更强,效果会更好。

### 3.7 注浆量

注浆量根据《建筑桩基技术规范》(JGJ 94—2008)第6.7.4第4条要求确定。在注浆过程中两根注浆管的注浆量要适当分配,单根注浆管的注浆量

不应大于设计注浆量的75%,应双侧对称注浆,效果最好。

### 3.8 注浆过程监控

注浆过程应全程监控。先进的技术,正确应用才能取得预期的效果。原材料(水泥)质量采取“双控”,数量登记台账。注浆压力、注浆流量、注浆量严格执行设计、规范要求,特别是注浆量。杜绝偷工减料,虚假注浆。

## 4 结语

泥浆护壁成孔灌注桩后注浆技术是一项针对性、实用性、可操作性非常强的技术。它使得传统的灌注桩质量的可靠性大大提升,可以创造非常可观的经济效益,只有正确运用,才能体现它的价值。只有保证传统灌注桩的成孔、成桩质量,严格工序质量管控才能保证后注浆技术的应用效果。天津地区泥浆护壁灌注桩应用后注浆技术非常多,尤其是桩底后注浆技术应用。但是,总体应用水平、操作实施的规范性方面不太理想。如果应用得当,处理后的效果应该会更有保障。单纯承载力提升方面应该至少在30%以上。

## 参考文献:

- [1] 杨志武.天津地区钻孔灌注桩后注浆技术与工程应用研究[D].北京:中国地质大学(北京),2014.
- [2] 余地华,叶建,侯玉杰,等.超长长径比钻孔灌注桩超重钢筋笼施工关键技术[J].施工技术,2016,45(8):6—8,29.
- [3] 沈保汉.后注浆桩技术(3)[J].工业建筑,2001,31(7):62—64.
- [4] 刘金砺,等.建筑桩基技术规范应用手册[M].北京:中国建筑工业出版社,2010.
- [5] 张忠苗.灌注桩后注浆技术及工程应用[M].北京:中国建筑工业出版社,2009.
- [6] 孙凤玲,刘焕存,刘涛.武汉某摩擦型灌注桩后注浆单桩竖向承载力实验研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2018,45(5):63—66,70.
- [7] GB 50202—2002,建筑地基基础施工质量验收规范[S].
- [8] JGJ 94—2008,建筑桩基技术规范[S].
- [9] 王秉忱.我国浅层地热能开发现状与发展趋势[J].供热制冷,2011,(12):50.