

长螺旋钻机成孔压灌砼桩后插钢筋笼 施工工艺及配套装置的应用

杨永霞 高 谦

(北京科技大学土木与环境工程学院, 北京 100083)

【摘 要】 结合某一工程实例, 探讨钻孔灌注桩先成桩后插钢筋笼法的施工工艺以及配套装置的工作原理、性能特点、适用范围和施工方法。

【关键词】 钻孔灌注桩; 后插钢筋笼; 施工工艺; 配套装置

【中图分类号】 TU 473.1

The Constructional Technics of Post-inserted the Steel Reinforcement Cage in Bored Pile and Associated Equipment

Yang Yongxia Gao Qian

(University of science and technology of Beijing Beijing 100083 China)

【Abstract】 The constructional technology of forming the pile first and then inserting the steel reinforcement cage in bored pile is introduced and the principal function, feature and application range of the constructional technology and associated equipment are discussed.

【Key Words】 bored pile; post-inserted the steel reinforcement cage; constructional technics; associated equipment

1 工程概况

北京某大厦位于西直门外大街南侧、桃柳西巷以东, 为群体工程, 一期工程为 17 层写字楼。本工程场区地貌单元位于永定河冲积扇中部, 地形平坦,

±0.000 标高为 49.40 m, 基坑开挖深度从地表计算约为 15.8 m, 地层自上而下岩性及物理力学性质指标见表 1。

表 1 地层岩性及其物理力学性质指标

成因类别	岩性	各层标高/m	颜色	湿度	压缩性
人工堆积层	粘质粉土、粘质粉土①、房渣土① ₁	48.15~50.31			
	砂质粉土、粘质粉土②、粘质粉土② ₁ 、粉细砂② ₂	46.41~48.10	褐黄	湿	中低—高
	粉细砂③、砂质粉土、粘质粉土③ ₁	41.54~44.61	褐黄	湿—饱和	低
第四纪沉积层	卵石④、粉细砂④ ₁	37.75~38.41	杂、褐黄	湿	低
	粘质粉土、砂质粉土⑤、粉质粘土⑤ ₁	31.50~34.12	褐黄	湿—饱和	低
	卵石⑥	29.00~32.62	杂	湿	低

2 支护方案设计

由于建筑物边缘距建筑红线较近, 无放坡开挖条件, 经过综合分析、计算, 基坑支护采用土钉墙+桩锚支护形式, 在此仅述及护坡桩部分。

1) 护坡桩: 桩径 $\phi 800$ mm, 桩距 1.60 m, 桩顶(连梁顶)位于 -6.85 m, 桩长为 14.1 m, 嵌固深度 4.8 m。桩配筋为: 主筋 11 $\phi 25$ 均布, 加强筋为 $\phi 16$

@2000, 箍筋为 $\phi 8$ @200; 桩身砼标号为 C25。

2) 桩顶连梁: 桩顶设置一道截面尺寸为 800 mm \times 500 mm 的连梁, 加梁配筋主筋为 6 $\phi 20$ +2 $\phi 16$, 箍筋为 $\phi 8$ @200, 连梁砼标号为 C25。

3) 桩间土支护: 桩间土护壁, 采用挂钢板网(规格 2.0 \times 2.0 \times 11)后喷射 30~50 mm 厚 C20 的碎石砼。

3 护坡桩后插钢筋笼法施工工艺及配套装置的工作原理

本工程 $\phi 800$ mm 护坡桩最初考虑采用长螺旋钻机干孔灌注施工工法, 钢筋笼主筋采用对焊或搭接焊接工艺。在施工中发现, 场区地层主要为砂卵石层, 卵石含量较大, 个别卵石粒径超过 180 mm, 钻进困难。经过钻孔试桩, 钻进 30 min 进尺 15 m 后提钻, 终孔深度 6.5 m, 不能按原设计方案进行干孔钻进。因此, 考虑采用其它施工方法, 经过考察论证, 在泥浆护壁钻进和后插钢筋笼法中, 决定采用后插钢筋笼法。

后插钢筋笼法是采用长螺旋钻机钻孔施工, 钻至预定深度后在提钻过程中采用泵送砼进行桩的浇注, 最后采用振动送入的方法把钢筋笼送入砼并达到预定位置的施工工艺。

目前, 在工业与民用建筑地基基础施工中, 采用长螺旋钻机、强制式砼搅拌机、砼输送泵以及砼输送管等配套设施进行的素砼桩或 CFG 桩施工已很广泛, 其机械化作业程度高, 施工速度快, 成本低, 并对于有卵砾石、流砂、地下水的复杂地层能达到正反循环、冲击钻、旋挖及人工挖孔等无法比拟的优越程度, 所成桩体, 为砼压灌素砼桩, 桩体砼体均匀, 对桩周土有一定的挤压密实作用, 且桩体的充盈系数大, 使桩体与土体之间的关系得到了改善, 进而提高了桩周土摩阻力值, 增大了桩体的承载能力, 是近几年来兴起的一种无噪声、无泥浆污染、无震动、科技含量高的环保型施工装备。为了在素砼桩体内安置钢筋笼使之作为桩基础, 人们数年来做了大量的努力, 最初是利用置于钢筋笼顶部的振动装置, 从上施加压力和振动力将钢筋笼插入灌成的素砼桩体中, 但由于钢筋笼本身的刚度并不高, 尤其在长度较大时(例如 $\phi 300$ mm ~ $\phi 600$ mm 桩, 笼长大于 15 m), 加上压灌在桩孔内的砼的阻力较大, 在下沉钢筋笼过程中, 钢筋笼在桩孔内很容易产生严重的弯曲变形, 且笼底钢筋也很容易插入到桩孔壁面而形成“插壁”, 造成很大的笼周摩阻力和笼底端阻力, 使下沉钢筋笼的工作无法正常进行, 即使下沉进去了, 也无法保证成桩的质量, 特别对于小直径的钢筋笼更是如此。当钢筋笼长度超过 10 m 时, 很难甚至不可能将钢筋笼下到设计的深度。

近几年来, 人们又改进了下笼子的方法, 例如柯刚申请了实用新型专利“长螺旋干成孔压灌砼桩钢筋笼振动送笼器”(ZL00264088.0)和最近由中国建筑科学研究院地基所申请的一项长螺旋成孔压灌砼

成桩后插钢筋笼工艺的发明专利。

分析以上专利技术存在以下可改进的方面:

1) 送笼动力源功率及质量偏小, 且均有噪声, 尤其在市区施工时有扰民现象。

2) 专利技术(ZL00264088.0)导向管为三根管并中间环状连接, 导向管与钢筋笼等长, 增加了孔内下钢筋笼侧摩阻力和笼端阻力。

3) 建研院地基所专利技术振动源采用一普通振动锤, 噪声大。钢筋笼端焊接为“V”字型, 加之箍筋缠绕、内焊十字横向钢筋以支持导向管。使笼端在下笼过程中变成了一个“活塞”, 增加了下笼过程中的阻力。

4) 建研院地基所专利技术导向管采用一根 $\phi 150$ 普通钢管或 $\phi 75$ 厚壁加导正环的钢管, 其长度较大时(如超过 20 m), 刚性较差易弯曲。

5) 均采用钻机副卷扬起吊钢筋笼及送笼器, 占用主机工作时间, 效率低下。

承担本工程深基坑支护工作的建材地质公司改进了以往同类装置的不足之处, 制作出了一种实用的新型装置(见图 1)。

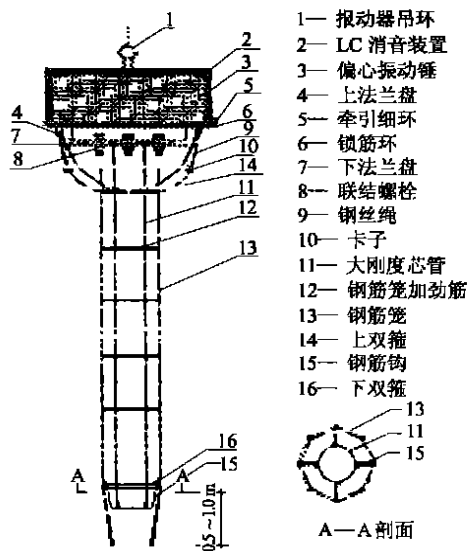


图 1 后插钢筋笼装置原理图

本装置具有一大功率偏心振动锤, 安装了 LC 消音装置, 其功率可选用 10 ~ 60 kW; 偏心振动锤的顶部具有一吊环, 用于起吊整个装置及其上的钢筋笼; 辅助的牵引绳可系于振动锤侧牵引绳环上, 通过人来操纵牵引绳以有助于保证装置及钢筋笼安置的垂直度; 偏心振动锤底座用连结螺栓与大刚度芯管上端的法兰盘联结; 在偏心振动锤下部焊有钢筋环, 穿钢丝绳, 钢丝绳长度可调, 用卡子进行锁紧, 通过钢筋环用至少 2 根钢丝绳起吊钢筋笼并定位; 为保

证起吊钢筋笼牢靠,受力的加筋圈采用双箍,双箍与主筋焊接牢固;笼中大刚度芯管下口挂在钢筋笼下部、双箍上焊接的钢筋钩上,从而使大刚度芯管向下振动时给钢筋笼的下部施以向下的拉力。钢筋笼与大刚度芯管之所以设计成图示关系,主要是避免笼尖的“活塞效应”,使钢筋笼能顺利下到设计深度,而且芯管的大刚度保证其振动时不会弯曲变形,使钢筋笼导正下到位,同时芯管还起振动棒作用,避免孔内砼离析或发生断桩事故。

4 施工工艺配套装置的性能特点

1)选用的振动锤质量大、功率大,可使钢筋笼下得更深,能保证将钢筋笼下到孔底。

2)增加了隔音消音装置使噪声大为降低,可在市区内施工而无需担心扰民问题。

3)带动钢筋笼的芯管在工作时与钢筋笼下部有机地结合为一体,对钢筋笼下部施以向下的拉力,从而克服了对钢筋笼顶端施压所易出现的弯曲变形等弊病,同时也克服了现有专利技术笼底的“活塞效应”,减小了笼端阻力。借助于大芯管的刚度限制作用,进一步确保了钢筋笼在起吊和放下过程中不会发生弯曲变形和“插壁”现象。

在初灌成桩砼和易性较好时,利用钢筋笼与芯管、振动桩锤三者的自重及共同振动,能使钢筋笼顺利沉入到桩体的设计深度,尤其对于要求通长配筋的基础桩、基坑支护护坡桩、抗拔桩等,能满足设计要求和规范要求。

4)采用专门的吊车起吊下笼装置,节省了成孔成桩时间,成桩效率比现有技术可提高一倍。

5 适用范围

本工程采用的配套装置有效地解决了现有技术难以到底的技术难题。并且采取了消音装置,因此是一种优越的绿色环保施工装置,可在市区施工。除用于有局部配筋的基础桩施工外,还可广泛用于通长配筋的基础桩、基坑护坡桩、抗拔桩等的施工,最大可将桩长30 m、桩径 $\phi 800$ mm的桩的钢筋笼下到底,尤其在含有地下水、流砂、卵砾石甚至漂石的复杂地层,显示出了比旋挖、冲击钻、正反循环钻或人工挖孔均为优越的性能,拓宽了长螺旋压灌砼后插钢筋笼成桩工艺的应用领域。

6 施工方法

成孔、压灌砼、清土、钢筋笼制作等均按相关规范和设计要求进行。在长螺旋钻具等配套设施成孔成桩连贯完成并形成素砼桩后,先将长螺旋钻具迅

速移离孔口,然后快速将孔口工作面清理干净。再利用专门的吊车起吊偏心振动锤,连同大刚度芯管,将其连同钢筋笼一起置于初成的素砼桩孔内,利用自重下去后,开偏心振动锤,利用大刚度芯管的下端管口对钢筋笼下部钢筋钩的振动下拉力,将钢筋笼下入素砼桩内设计的任何深度,摘掉钢筋笼的钢丝绳,起吊提升振动锤和大刚度芯管,在起吊超过桩深度约1/3后,关闭振动锤,缓慢起吊,直到装置与钢筋笼脱离并完全从素砼桩中抽出。这样,在大刚度芯管的提升过程中也振动密实了所压灌的素砼,从而形成质量可靠的钢筋砼桩。

需注意的问题:

1)本工艺宜采用豆石砼,骨料粒径在5~15 mm为宜,和易性好,坍落度在180~220 mm,以利于钢筋笼的送入。

2)钢筋笼的底部收口要牢固,防止下笼过程中被打穿;钢筋笼在振动装置的连接组装要在砼泵送前完成,既缩短施工过程又防止砼失水过多;在钢筋笼的送入过程中,要求保持起吊适当,钢丝绳以能使装置保持正直而不紧绷为宜,为使钢筋笼保持竖直,笼顶外加绳索进行人工调整。

7 施工效果评价

为确保工程及附近建筑和地下管线的安全,及时根据观测信息反馈指导施工,根据本工程结构特点,对坡顶及桩顶位移进行观测。沿基坑四周每20~30 m布设一个观测点,观测点布置在变形敏感部位,在观测点处理设铁件。选用J2型经纬仪观测,观测时每段观测点与两端工作基点布成一条准直线,将仪器设于一端工作点上,后视另一工作基点,确定各观测点相对于准直线的垂直偏移量,工作基点布置在变形影响范围以外的稳定地点,以保证观测值准确可靠。本工程共128根护坡桩,全部采用后插钢筋笼法施工。经过观测,水平位移最大值为3 mm,且已稳定。进行桩间土开挖时,检查了桩的外观质量,砼无断桩、缩径、蜂窝等缺陷,观感良好。

8 结语

实践证明,本工程所采用的后插钢筋笼施工工艺及其配套装置是可行的,成桩效率比现有通用技术提高一倍,尤其在含有地下水、流砂、卵砾石、漂石的复杂地层更显示其优越性,同时实现了文明施工,降低了造价,缩短了工期,取得的技术经济效益也是巨大的。