

钻孔灌注桩全回转全套管工艺浅析

刘彦

武汉市汉阳市政建设集团有限公司 湖北武汉 430050

摘要: 随着社会发展, 原来普通的钻孔灌注桩工艺已难以适用现状需求, 为解决城市高填方、喀斯特地貌、溶洞、临近重要建(构)筑物等地质中钻孔灌注桩施工难题, 采用全回转全套管, 可有效解决普通钻孔工艺中出现的塌孔、缩颈、充盈系数高等问题。本文以武汉一项目为例, 介绍了全回转全套管工艺, 为后续该工艺的推广提供了范本。

关键词: 钻孔灌注桩; 全回转全套管; 特殊地质

Analysis on the technology of full rotation and full casing of bored pile

Yan Liu

Wuhan Hanyang Municipal Construction Group Co.Ltd., Wuhan 430050, Hubei, China

Abstract: With the development of society, the conventional bored pile construction technique has become inadequate to meet current demands. To address the challenges in constructing bored piles in geological conditions such as urban high embankments, karst landforms, caves, and proximity to important structures, this paper adopts the full rotary full casing method. This method effectively resolves issues encountered in conventional bored pile techniques, such as collapse, necking, and high grouting coefficient. Taking a project in Wuhan as an example, this paper introduces the full rotary full casing method, providing a model for the future promotion of this technique.

Keywords: Bored pile; Full slewing full casing; Special geology

引言

随着社会的不断发展, 以钻孔灌注桩为基础的建(构)筑物分布在了城市高填方、喀斯特地貌、溶洞等特殊地质和临近重要建(构)筑物中, 在特殊地质中施工时, 需严格控制成孔工艺, 减少塌孔、缩颈、充盈系数高等问题, 进而减少地层沉降, 确保周边临近建(构)筑物的安全^[1]。而原来普通的钻孔灌注桩工艺已难以适用现状需求, 需对工艺进行改良, 现以武汉一临近地铁项目为例, 介绍一种钻孔灌注桩全回转全套管工艺, 可有效的解决塌孔、缩颈等问题, 以供行业参考。

一、工艺应用

武昌生态文化长廊工程在建设六路设置一条下穿通道, 设计采用钻孔灌注桩围护结构, 通道中间段临近地铁5号线, 进入地铁5号线和红区间隧道安全保护区50m显著影响范围内, 下穿通道与地铁5号线的平面关系如下图1:

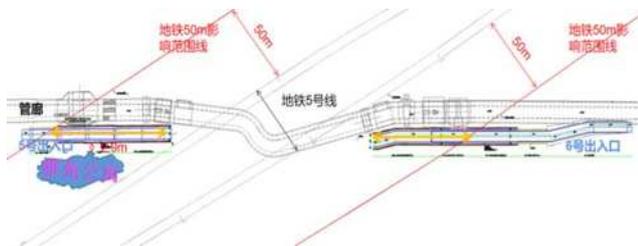


图1 与地铁5号线的平面关系图

其中: 5号出入口围护结构到区间左线隧道的最小水平

净距为2.95m, 6号出入口围护结构到区间右线隧道的最小水平净距为15.5m。前期依据周边工程环境和铁四院出具的对地铁5号线安全影响评估报告, 编制了《建设六路下穿通道深基坑专项施工方案》, 并明确了桩基施工工艺为: 全套管(护筒)跟进施工工艺。工艺流程及要求: 平整场地及压实→测量放线及护筒埋设→钻机选型→钻机钻进及护筒接长→吊放钢筋笼→混凝土灌注→拔出护筒。

(1) 平整场地及压实

平整场地并使场地具有一定的承载力, 对临近管廊侧桩基施工时, 为减少管廊上方荷载需在管廊上方铺设钢板, 增大受力面积, 减少对管廊结构的影响。平整场地的目的为: 方便钻机就位和进行垂直度控制。当场地平整不到位时, 易发生钻孔倾斜等现象, 影响成桩质量^[1]。依据相关规范要求, 钻孔垂直度不得 $>0.5\%$ 。因采用全套管(护筒)旋挖钻机施工, 其自重较大, 场地平整后应进行压实, 避免钻进过程中因承载力不足而导致钻杆偏斜。地基承载力不得小于100Kpa, 对承载力不满足要求部分, 采用铺设钢板等措施。

(2) 测量放线及护筒埋设

场地平整后, 对桩位进行测量放线, 并由专人复核。本工程相邻桩中心距离为1.1m, 桩径为0.8m, 依据相关公路桥涵相关规范要求, 相邻施工桩位距离应大于3倍桩径, 即2.4m, 故下个紧接着施工的桩位需间隔超过2.4m, 即桩基需跳打。结合工程实际, 选用跳三打一的方式进行施工。

本工程为全护筒跟进工艺, 护筒需承受的土压力较大,

护筒壁厚比常规施工工艺厚, 选用壁厚为 4cm, 护筒外径与桩直径相同, 为 0.8m, 内径为 0.72m, 因桩长主要为 14m、14.5m、15m 三种, 选用护筒组合为 5+5+3+2、5+5+3+3 两种, 最顶上护筒为最短, 护筒间通过卡扣的方式连接固定。

(3) 钻机选型

依据桩长、桩径、摩擦力等参数选择钻机类型, 护筒侧壁与接触面提供的抗力, 可假定井壁外侧与土的摩阻力沿深度呈梯形分布, 距地面 5m 范围内按三角形分布, 5m 以下为常数, 故总摩阻力为:

$$R_f = U * (h - 2.5) * q$$

式中: U 为摩擦阻力系数, 不同地质中选值略有不同

q 为均布荷载

h 为深度

本工程选用 RT-200H, 其参数如下表 1:

表 1 RT-200H 参数

型式	RT-200H	
适用桩外径	Φ 800mm~Φ 2000mm	
回转扭矩	2950/1740/1010kNm(301/177/103t*m)	
低速瞬时扭矩	3130kN*m(319t*m)···(只 7 秒有效)	
回转速度	0.9/1.5/2.5r.p.m	
压入力	590(可变)+250(自重)kN(60(可变)+26(自重)tf)	
拉拔力	3450kN(352tf)	
瞬时拉拔力	3940kN(402t)(只 3 秒有效)	
压拔行程	750mm	
辅助夹具可夹质量	200t(根据夹面的状态进行变化)	
质量	本体	34.1t
	含辅助夹具	35.8t

(4) 钻机钻进及护筒接长

钻机就位后, 对护筒内土方进行钻进取土。钻进深度严禁超过护筒深度, 因本工程土质较差, 钻机钻进深度应小于护筒埋置深度 1m, 上部覆土护筒采用边钻边压入土内的方式, 护筒之间通过卡扣方式连接, 方便拆卸。

钻进过程中, 需采用泥浆护壁成孔, 泥浆护壁的主要作用为护壁和防止钢筋笼上浮。泥浆的比重在 1.05~1.20, 重应小于 1.25; 含砂率不大于 8%; 粘度不大于 28s。

(5) 吊装钢筋笼

设计钢筋笼直径 660mm, 钢筋笼保护层厚度 7cm, 钢筋笼直径误差不得大于 1cm。现场钢筋笼外径选用 650mm, 在设计允许范围内尽可能增大与护筒间的间距, 免得护筒拔除过程中钢筋笼卡住, 影响成桩。钢筋笼通过吊筋固定在护筒顶端, 确保混凝土浇筑过程中钢筋笼位置正确。

(6) 混凝土灌注

混凝土灌注前, 需测量孔底标高、桩身垂直度、孔径、孔底沉渣厚度等, 确保满足设计要求后再灌注水下混凝土。

二、首斗混凝土计算

导管下口应与钻孔底留有 30-40cm 的距离。灌注首批混凝土的料斗, 应满足首批混凝土最小方量的要求, 首斗砼埋深至少 1m, 其体积计算如下:

$$V = \frac{\pi D^2}{4}(H_1 + H_2) + \frac{\pi d^2}{4}h_1$$

式中: V—灌注首批混凝土所需数量 (m³); D—桩孔直径 (m); H₁—桩孔底至导管底端间距, 一般为 0.3~0.4m; H₂—导管初次埋置深度 (m); d—导管内径 (m); h₁—桩孔内混凝土达到埋置深度 H₂ 时, 导管内混凝土柱平衡导管外(或泥浆)压力所需的高度 (m);

$$h_1 = H_w \gamma_w / \gamma_c$$

式中: H_w—桩孔内水或泥浆的深度 (m); γ_w—桩孔内水或泥浆的重度 (KN/m³); γ_c—混凝土拌和物的重度, 取 24KN/m³。

以桩径 0.8m, 桩长 14m 的桩为例, 用上述公式计算首斗砼量。首先确定公式中各个符号的取值, 导管内径 d 为 0.3m; H₁ 在 0.3~0.5m, 取中间值 0.4; H₂ 为导管初次埋置深度 (m), 取 1m; 一般情况下泥浆位置与护筒齐平, 而护筒比原地面高 0.5m, 大多数原地面比桩顶高 2m 左右, 按保守考虑桩孔内泥浆深度比桩长长 3m; 泥浆比重在 1.05~1.20, 则泥浆密度取平均值 1.1, 泥浆重度 $\gamma_w = \rho g = 11\text{KN} / \text{m}^3$ 把上述数据带入上述公式, 则计算过程如下:

$$V \geq \frac{\pi D^2}{4}(H_1 + H_2) + \frac{\pi d^2}{4}h_1 \quad V \geq 0.8\text{m}^3 \quad (1)$$

另外, 因本工程护筒需在混凝土初凝前拔出, 故采用边浇筑混凝土边拔出护筒的方式。为避免拔除护筒后, 混凝土液面低于现状护筒底面高程, 护筒拔出时混凝土需没入倒数第二节护筒面高程 1m 以上, 本工程采用的护筒为 5+5+3+2、5+5+3+3 两种形式, 首节护筒长度为 5m, 故混凝土初灌量还需满足:

$$V \geq 3.14 * 0.4 * 0.4 * 5 \quad V \geq 2.5\text{m}^3 \quad (2)$$

在 (1) 式、(2) 式中取大值, 作为首灌注量的依据, 即 $V \geq 2.5\text{m}^3$

同时, 为保证导管能拔出, 导管没入混凝土液面深度不得大于 6m, 故:

$$V \leq 3.14 * 0.4 * 0.4 * (6 + 0.4)$$

$V \leq 3.2\text{m}^3$
即 $2.5\text{m}^3 \leq V \leq 3.2\text{m}^3$ 。

三、混凝土灌注

本工程混凝土为 C30 水下混凝土,坍落度控制在 18cm~22cm。因采用全护筒跟进工艺,且临近周边居民区,灌注速度不得过快。为保证混凝土浇筑速度与混凝土初凝速度相匹配,将混凝土内加入缓凝剂。

混凝土封底灌注采用隔水栓、拔塞法施工,即在漏斗的底部、导管的顶口安装泡沫隔水栓,再用盖板封住导管口,盖板通过钢丝绳挂在起重设备吊钩上。当储料斗内混凝土大于首批混凝土最小方量时,迅速提升盖板上钢丝绳至一定高度,首批混凝土开始灌注。提出盖板,连续灌注混凝土。

混凝土灌注过程中,应保持孔内的泥浆液面高度;导管的埋置深度控制在 2~6m,应随时探测桩孔内混凝土面的位置,及时调整导管埋深。每次拆除导管 1~2 节,拆除导管后,导管底口的埋置深度不应小于 2.0m^[2]。混凝土灌注时应经常测量混凝土面标高,以确定导管埋深、拆除导管的时机及拆管长度。应将孔内溢出的泥浆用水泵抽到泥浆箱,经沉淀处理后回用。

灌注时应采取措施防止钢筋骨架上浮。当灌注的混凝土顶面距钢筋骨架底部 1m 左右时,宜降低灌注速度;混凝土顶面上升到骨架底部 4m 以上时,使其底口高于骨架底部 2m 以上后,在恢复正常灌注速度。

混凝土灌至桩顶部位时,可减少拆管,将导管提升至压力高度(保证桩顶混凝土灌注的高度)。混凝土灌注将近结束时,核对混凝土灌入的数量,确定所测混凝土灌入高度是否正确。为保证桩头质量,混凝土灌注高度比设计高度高出不少于 0.5m。灌注结束后,拔出导管。灌注混凝土时溢出来的泥浆,全部回收至泥浆箱内,经处理后,用于后续的桩基施工。

四、护筒的拔出方式

护筒采用边灌注边拔出的方式,当混凝土液面超过上一

节护筒底高度 1m 时,即可拔出护筒。护筒拔出完成后,及时清洗干净,放至指定场所堆放,以便下一次继续使用。

五、问题及解决办法

主要问题:在初始桩混凝土浇筑过程中,常遇到钢筋笼上浮,而导致废桩问题。

5.1 掺加缓凝剂

因护筒拔除过程中,需要避免护筒带动钢筋笼上浮现象,浇筑速度较慢,故在水下混凝土中加入缓凝剂,使混凝土初凝时间与浇筑速度匹配。

5.2 钢筋笼底部钢板反压

采用在钢筋笼底部加设钢板形式,利用混凝土重力减少钢筋笼上浮现象。事实证明该工艺效果较差,原因为浇筑混凝土时,混凝土钻入钢板以下也易导致钢筋笼上浮,该措施后弃用。

5.3 加泥浆

常规思维中,全护筒跟进工艺无需采用泥浆护壁形式,平衡桩孔内外土压力,故不设泥浆循环。但泥浆不仅能平衡桩孔内外土压力,减少护筒壁厚,节约材料,同时也可利用泥浆自重,减缓混凝土上浮(浇筑)速度,从而达到减少钢筋笼上浮的目的^[1]。

六、总结

本文介绍了一种钻孔灌注桩全回转全套管工艺,因套管回转而具有钻进效率高,适用范围更广,成桩精度高等众多优势,已在桩基础成桩施工中得到推广应用。

参考文献:

[1]鲜国.松软土地层全回转全套管工艺应用浅析[J].建筑技术与设计, 2016(27).

[2]徐赞云,徐伟.沉井下沉施工土压力和摩擦力分析[J].低温建筑技术, 2012(7):3.

[3]王全贺,党华甫.全回转套管钻机和全套管施工工艺的研究[J].工程技术(引文版), 2016, 000(007):00245-00245.