

浅析半回转套管加旋挖钻进组合成孔咬合桩工艺在深基坑中的运用

胡 侃

杭州市建筑工程监理有限公司 浙江 杭州 310014

摘 要：钻孔咬合桩围护结构在当前深基坑支护中已得到广泛运用。本文结合工程实例，对复杂工况条件下，半回转套管加旋挖钻进组合成孔咬合桩工艺在深基坑中的运用进行了探讨和分析，可以有效指导实际施工。

关键词：半回转套管钻进；旋挖钻进；咬合桩；组合成孔；深基坑

1 前言

钻孔咬合桩围护结构是90年代起在我国出现并运用的新型深基坑支护围护结构。其中关键的咬合桩工艺自70年代引进国内，至今已形成常见的三种工法，一是采用搓管机钻进，二是使用全回转钻机钻进，三是旋挖钻进硬咬合施工。

经实际施工运用发现，套管钻机在地下水丰富的密实的粉细砂地层中，冲抓锥受机械设备性能限制难以抓土，即使抓上的少量砂土也在提升时被地下水从抓锥的缝隙中冲漏下，因此无法成孔；且套管难以下压，套管超前入土深度不够，易发生“管涌”现象。为此研究采用旋挖钻机+套管钻机相结合的新工法，解决了上述施工难题，使咬合桩的适用范围进一步扩大。

本文结合工程实例，对半回转全套管搓管钻机加旋挖钻机组合钻进成孔咬合桩工艺进行了探讨和分析。

2 工艺特点

全套管搓管机是一种旋挖钻机施工辅助设备，主要用在不稳定地层施工时下沉和起拔套管用。其工艺原理为：采用液压摇动装置并辅以加压，使套管反复边做半圆周摇动、边压入，从而较大幅度地减少套管与土层间的摩阻力；同时抓锥不间断的取土，如此钻至设计孔深。然后，测定孔深，放入钢筋笼，再按要求灌注混凝土即可成桩。咬合桩一般为素砼桩和一根钢筋砼桩间隔布置。先施工两侧素砼桩，再施工中间钢筋砼桩。钢筋混凝土桩施工时，利用套管钻机的切割功能切割掉相邻素砼桩相交部分的混凝土，实现咬合，使之形成具有止水和挡土双重作用的整体连续防水、挡土围护结构。

3 工程实例

3.1 工程概况

作者简介：胡侃，（1973-），男，国家注册监理工程师，从事建筑工程管理工作。

杭州某地下停车库工程，位于杭州西湖风景名胜区内。设地上1层，地下5层结构，总建筑面积903.05m²。基坑面积840m²，总延长米120m，开挖深度14.75-17.20m。基坑安全等级为一级。

根据勘察报告，本场地地势较平坦。地貌上属于山前冲积平原区，地质环境一般破坏。地下水分为：1、松散岩类孔隙潜水。主要赋存于上部杂填土和粘性土中。2、松散岩类孔隙微承压水。主要分布于场地中部的含粉质粘土角砾中。3、基岩裂隙水。赋存于基岩风化、节理裂隙内。

场内地基土可划分为4个工程地质层，6个工程地质亚层，各岩土层的主要参数见表-1：

表-1

层号	土层名称	重度	剪力指标（固快）		室内渗透系数	
		γ (kN/m ³)	C (KPa)	ϕ (°)	K_h (cm/s)	K_v (cm/s)
①	杂填土	(18.0)	(8.0)	(18.0)	(4.5E-02)	(3.5E-02)
②	粉质粘土	19.44	54.1	20.7	1.0E-5	6.9E-6
③	含粉质粘土角砾	(20.00)	(15.0)	(25.0)	5.5E-3	4.3E-3
⑩-1	全风化炭质泥岩	19.82	26.4	13.4	2.5E-5	1.4E-5
⑩-2	强风化炭质泥岩	(22.00)	(15.0)	(30.0)	(5.5E-02)	(4.6E-02)
⑩-3	中风化炭质泥岩	(25.00)	(40.0)	(25.0)	(6.5E-05)	(5.6E-05)

因本工程地处西湖风景名胜保护区，对环境影响比较敏感；且周边有较多名木古树。故设计中须考虑工程建设不能对树木植被造成破坏；同时考虑到基坑四周距红线均较近，无放坡空间，故研究决定本基坑围护支挡结构采用钻孔咬合桩+三道水平支撑。钻孔咬合桩直径

1000mm;分A桩和B桩;A、B桩间隔布置,相互咬合,咬合厚度250mm。A桩设计有效桩长19.1-21.0 m,要求进入⑩-3层中风化炭质泥岩不小于1.75 m,内设圆形钢筋笼,有5种钢筋笼主筋配置,采用C30砼。B桩为素混凝土桩,设计有效桩长均为15.5 m,采用C20砼。导墙板厚300mm,砼强度C20。

因旋挖钻进硬咬合工艺存在振动卸土噪音大的问题,故最终采用了半回转全套管搓管钻机加旋挖钻机组合钻进成孔工艺。现场配备了SCG150型搓管桩机两套,SD280型旋挖机一台,同时从东西两侧逆时针方向依次成桩施工。

3.2 施工工艺

3.2.1 施工工序流程

测放桩位→导墙制作→搓管钻机就位→半回转钻进→进至中风化岩层,改用旋挖钻机钻进→终孔、清孔、验孔→投放钢筋笼(A桩)→下导管→灌注混凝土→拔导管→提升套管→成桩。

3.2.2 工序操作要点

a 导墙制作

(1) 施工场地清理平整夯实后,按设计的桩中心坐标进行实地放样。

(2) 安设定型钢模,每段长度3m。模内绑扎导墙钢筋。

(3) 采用C20 砼,人工入模,机械振捣,保证顶面高程,砼强度达到70%时拆模。

(4) 导墙起锁口和导向作用,直接关系到钻孔咬合桩顺利成孔和成孔精度,故须严格控制导墙施工精度。允许误差:轴线误差 $\pm 10\text{mm}$,内墙面垂直度0.3%,平整度3mm,导墙顶面平整度5mm。(图1)



图-1

b 成孔

(1) 导墙砼达到强度后,重新定位咬合桩中心位置;移动搓管钻机就位,使钻机抱管器中心对应咬合桩桩位中心。SCG150型搓管钻机采用上下导向工作平台自动找平,通过作业人员90度方向线锤监视,确保套管与桩中心偏差小于2cm,垂直度在3‰内。

(2) 开启钻机压入第一节套管,然后用抓斗从套管内

取土,一边抓土一边继续下压套管。抓土过程中,随时监控检测和调整套管垂直度,及时纠偏。(图2)



图-2

(3) 进入中风化岩层时改用旋挖机钻进,将钻具从套管内伸入作业,进行二段成孔。(图3)



图-3

(4) 达到设计孔深后,及时将孔底的虚土全部清除,并检查沉渣厚度,要求厚度 $\leq 0.1\text{m}$ 。

c 混凝土灌注

(1) 素桩采用C20超缓凝混凝土灌注。砼缓凝时间TH计算如下:

$$TH = 1.2 \times (T_y + 2T_a + T_b)$$

式中: T_y : 商品砼运输时间 (hr); T_a : 素桩单桩成桩时间 (hr) T_b : 钢筋砼桩单桩成桩时间 (hr)

(2) 灌注导管放置时,下口应伸至距孔底0.3~0.5m处;导管中心应与桩中心一致以减少灌注阻力。

(3) 为保证混凝土初灌量,第一斗采用满斗砼(1.25 m^3)一次性灌入;后续应保持灌注的连续性。

(4) 导管埋深控制在2~6m之间,灌注速度 $\geq 10\text{m}^3/\text{h}$,灌注时间 $\leq 3\text{h}$ 。桩顶超灌高度不小于设计要求。

d 拔管成桩

(1) 根据灌注导管在砼中的埋管深度适时起拔桩身套管,每次提升高度为0.5m。套管提升时,搓管机的液压摇动装置辅以加压顶升,边摇动边提升,慢慢上拔套管,以便混凝土流入套管所占空间。A桩要确认钢筋笼无上浮。

(2) 当第一节套管全部提升出孔口时,拆除第一节套管;后续套管提升可根据管节长度确定;注意始终保持灌注导管下口低于砼面 $\geq 2.5\text{m}$ 。

3.2.3 工艺难点和措施

a 咬合排桩的定位

通常基坑支护设计注明的基坑宽度已考虑到钻孔咬合桩的施工误差及基坑开挖过程中产生的水平位移,但实际施工中,考虑到施工、测量、结构变形等各种误差因素,可将咬合桩轴线按设计基坑深度H向基坑外每侧外放 $H/50$ 。此外,还应充分考虑到地下室外墙、防水层作业的需要,在与排桩间留出必要的作业面。

b 咬合桩入岩处理

设计要求A桩桩底须深入第⑩-3岩层 $\geq 1.75\text{m}$,而半回转搓管机提供的加压力不够将套管压入岩层,故当搓管机钻进至岩面时,改用旋挖机将钻具伸入套管内取土钻进直至设计桩深。此措施须注意旋挖机钻头的有效直径,应既能保证成桩桩径又能便于从套管内升降作业。本工程选用的旋挖钻具有效直径为860mm。

c 素桩咬合质量控制

为保证素桩质量(如两侧B桩砼初凝前就进行中间的A桩施工,则A桩入岩段深度内因没有钢套管护壁,素桩砼易形成管涌),在素桩砼初凝前,用搓管机将中间的A桩钻进至岩面,以切割相邻素桩相交部分的混凝土,成形咬合楔口后,再用土方回填;待素桩砼达到设计强度后,重新用搓管钻机加旋挖钻机组合法对A桩二次成孔,直至成桩完成。

d 混凝土灌注措施

因工程位于杭州西湖风景区内,受周边交通状况限制较大,导致商品砼的运输供应不能及时保障成桩作业。对此,本工程一是将灌注时间集中于交通平峰及夜间时段;二是改变传统工序,先完成全部素桩的施工,期间结合有筋桩的第一次成孔回填(岩面以上段),再集中进行A桩的施工。

3.2.4 质量缺陷及处理

a 桩身开裂。基坑开挖后发现,有少数素桩存在开裂情况。缺陷桩主要位于东、南两侧,深度集中在第一、二道支撑间,即-1.30~-7.0m,土层为杂填土和粉质粘土。裂缝多呈水平状,裂隙在1-3mm。分析其原因,在灌注砼过程中套管顶拔过快所致。对基坑支护未有影响。(图4)



图-4

b 桩身漏水。个别素桩裂缝处有渗水情况。水质较清,水量小,受大气降水动态变化明显。现场采取注浆补漏法。先将渗水部位扩缝清洗干净,预埋导流管和注浆管后,将缝隙槽封闭;再使用注浆泵将“TZS聚氨酯”从注浆管中缓缓地注入,填满缝隙;注浆后24h确认无渗漏时割管作封闭处理。

4 结语

半回转-搓管机钻进成孔工艺同样采用了钢套管护壁,具有成桩质量好、无污染、减少混凝土充盈系数等特点。同时,搓管机的体积小、重量轻,移动定位较为方便,单台设备成本也低。而半回转-搓管钻机加旋挖钻机组合成孔咬合桩工法,彻底解决了桩间土的流失导致的渗漏及安全难题;成桩桩身均匀,强度高;且咬合成桩切割垂直度高,止水效果好,造价也低,可适合在各种杂填土、粘性土、砂性土和风化岩层中施工。

参考文献

[1] 雷斌,左人宇,付文光.实用岩土工程施工新技术2020.北京:中国建筑工业出版社,2020.85-119