

超深地下连续墙施工中几个问题的探讨

马勤¹, 王芳²

(1. 武汉地质勘察基础工程有限公司, 湖北 武汉 430030; 2. 湖北地矿建设工程承包集团有限公司, 湖北 武汉 430072)

摘要:结合武汉某地下连续墙工程,探讨了超深嵌岩地下连续墙施工过程中出现的因三轴搅拌桩施工造成成槽困难的问题,以及超深地下连续墙接头管安装和起拔问题,并提出了相应的解决措施。实践证明,这些措施是有效的,可以为武汉地区的类似工程提供参考。

关键词:地下连续墙;超深;嵌岩;成槽;接头管

中图分类号:TU476+.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2013)11-0068-04

Discussion of Several Problems in Ultra-deep Underground Continuous Wall Construction/MA Qin¹, WANG Fang²
(1. Wuhan Geological Prospecting & Foundation Engineering Co., Ltd., Wuhan Hubei 430030, China; 2. Hubei Geology & Mineral Resources Construction Engineering Group Co., Ltd., Wuhan Hubei 430072, China)

Abstract: Based on an underground continuous wall construction project in Wuhan, this paper discusses difficulties caused by three-axis mixing pile construction in the ultra-deep rock-socketed underground continuous wall and in the joint pipe installation and drawing with corresponding solution measures. The practice proves that these measures are effective and can be reference for similar engineering in wuhan.

Key words: underground continuous wall; ultra-deep; rock-socketed; cutoff; construction quality

1 工程概况

武汉某置业股份有限公司投资开发的工程项目,总用地面积 12146 m²,总建筑面积约为 107379 m²,由 6 层裙楼和 2 栋 31 层塔楼组成,共 4 层地下室。该基坑围护结构为 D1000 和 D1200 地下连续墙,墙深 53~56 m,槽壁采用三轴搅拌桩加固,地下连续墙槽段间的接头采用接头管。

场地覆盖层厚 51.5~64.5 m,为第四系全新统长江冲洪积层,具明显二元结构特征,从上至下颗粒逐渐变粗。上部由粘性土组成,下部由砂类土组成。场地下伏基岩为志留系泥岩,岩性稳定。根据地勘报告,地连墙墙底进入中风化岩层。各层岩土特征为:

①杂填土(Q^{ml}),厚度 1.0~4.0 m,场区均有分布,杂色,松散,以粘性土为主,夹砖块、碎石及灰渣,结构松散杂乱,硬杂质含量 15% 左右,底部为素填土,堆积年限 > 10 年,强度低,压缩性高,均匀性差;

②粘土(Q^{al+pl}),埋深 1.0~4.0 m,土层厚度 0.7~5.5 m,场区均有分布,黄褐~褐黄、灰褐色,很湿,软~可塑状态,含黑、褐色铁锰结核及氧化物,有明显沉积层理,有一定强度,中偏高压缩土;

②_a粘土(Q^{al+pl}),埋深 3.5~6.7 m,土层厚度

0.5~4.2 m,场区北侧分布,褐灰色,很湿,软塑状态,含黑、褐色铁锰氧化物,有明显沉积层理,强度较低,高压缩土;

③粉砂夹粉土,埋深 4.0~8.7 m,土层厚度 1.0~7.8 m,场区均有分布,褐黄、褐灰色,饱和,稍密,含云母片,粉土以薄层状存在,偶夹少量粉质粘土,有一定强度,中等压缩性土;

④粉细砂(Q^{al+pl}),埋深 7.2~12.0 m,土层厚度 1.0~7.9 m,场区均有分布,灰、褐灰色,饱和,稍密~中密,主要成分为石英,含云母片,偶夹少量粉土,有一定强度,较低压缩性土;

⑤₁细砂(Q^{al+pl}),埋深 10.0~17.0 m,部分未钻穿,场区均有分布,灰色,饱和,中密状态,主要成分为石英,含云母片,偶夹少量粉土,强度较高,低压缩性土;

⑤₂细砂(Q^{al+pl}),埋深 30.8~36.0 m,部分未钻穿,灰色,饱和,密实,主要成分为石英、长石,含白云母片,偶夹少量砾砂,强度较高,低压缩性土;

⑥粉质粘土(Q^{al+pl}),埋深 35.6~45.8 m,土层厚度 0.3~4.7 m,部分孔中揭露,黄褐~褐灰色,很湿,软~可塑状态,含氧化物,有明显沉积层理。局部夹少量粉土,强度一般,中等压缩性土;

收稿日期:2013-05-19

作者简介:马勤(1984-),男(汉族),湖北云梦人,武汉地质勘察基础工程有限公司工程师,勘查技术与工程专业,从事基础工程施工工作,湖北省武汉市航空路 17 号三楼,maqin12@163.com。

⑦砂夹卵砾石(Q_4^{al+pl}),埋深 37.8 ~ 51.0 m,土层厚度 2.5 ~ 13.6 m,部分孔中揭露,灰色,饱和,密实,卵砾石含量 5% ~ 35%,粒径一般 0.5 ~ 2 cm,最大达 6 cm,形状次棱 ~ 亚圆,主要成分为石英、长石,砂主要为细中砂,少量中粗砂,含白云母片,强度高,低压缩性土;

⑧₁泥岩强风化(S),埋深 48.0 ~ 54.0 m,岩层厚度 0.9 ~ 13.3 m,部分孔中揭露,灰色,坚硬状态,原岩结构较清晰,风化裂隙很发育,岩心风化成土状或块状,块径 2 ~ 6 cm,强度高、压缩性低;

⑧₂泥岩中风化(S),埋深 51.5 ~ 64.5 m,部分孔中揭露,为灰色泥岩,软岩,上部岩心较为破碎,下部岩心较为完整,取出岩心呈短柱状,节理裂隙较发育,取心率 50% ~ 80%,较完整,岩体基本质量等级为 V 类,强度高,可视为不可压缩层。

2 三轴搅拌桩对成槽施工的影响及应对措施

本工程设计要求采用三轴搅拌桩对地连墙槽壁进行加固(如图 1 所示)。因前期总包方已完成 60% 三轴搅拌桩施工,我们在进场后,根据图纸和前期施工情况,发现三轴搅拌桩距离地下连续墙仅 50 mm,且内外侧水泥掺量不一致,又根据场地勘察报告显示,场地内 9 m 以深为砂层,我们判断三轴搅拌桩将影响成槽效率和成槽质量,容易导致抓斗斗体被卡、成槽垂直度达不到设计要求(1/500)等问题。

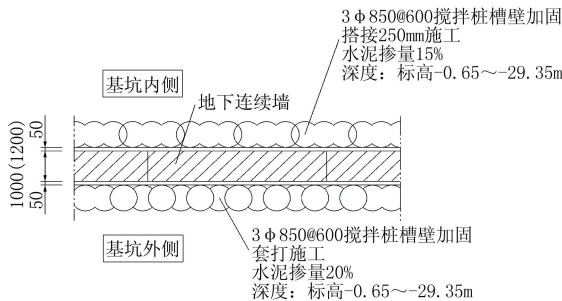


图 1 槽壁加固示意图

在导墙开挖过程中,发现三轴搅拌桩水泥土已进入地下连续墙体范围内(如图 2 所示),我们采用旋挖在每幅地连墙接头处及中间进行引孔,再利用抓斗成槽,从而有效地保证槽段垂直度,经实测,垂直度保证在 1/300 以内(由于成槽施工难度大,经与业主、总包、监理及设计单位协商,垂直度由原设计的 1/500 改为 1/300)。

此外,采用旋挖引孔不仅保证了地连墙接缝处的垂直度,又方便了接头管的安装与起拔,从而避免了因垂直度偏大引起的接头管下放困难。



图 2 侵入墙体范围内的三轴搅拌桩

针对部分三轴搅拌桩偏位较大、斗体严重倾斜,抓斗无法施工的情况,采用在施工部位回填碎石、粘土等将成槽面填平,利用冲击钻进行成槽。此种方法可对成槽垂直度偏差进行有效的修正,但降低了成槽效率。

鉴于以上施工经验,后期进行三轴搅拌桩施工时,扩大了三轴搅拌桩与地连墙槽壁之间的距离,调整为 150 mm,从而降低了因三轴桩体直径不均对槽壁造成的影响。实践证明,采用该措施可有效降低成槽施工难度,提高成槽施工效率,保证成槽质量。

3 超深嵌岩地下连续墙接头管的安装和起拔

3.1 超深嵌岩地下连续墙接头管受力分析

地下连续墙接头管起拔时,提拔阻力主要是由未凝固的混凝土与接头管的摩擦力、粘结力以及接头管自重等因素产生的。初凝之前混凝土与管子的粘结力很小,可忽略不计,所以提拔阻力可认为是由摩擦力与自重两部分组成,接头管起拔时受力分析简图如图 3 所示。

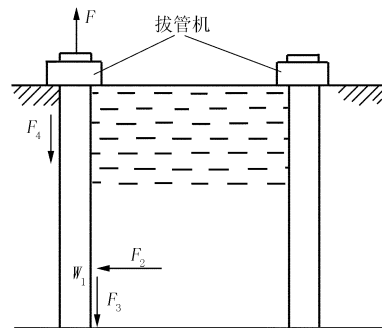


图 3 接头管起拔受力分析简图

用公式表示为:

$$F = F_2 + F_3 + F_4 + W_1 \quad (1)$$

式中: F ——接头管提拔阻力; F_2 ——混凝土挤压摩阻力; F_3 ——混凝土粘结力; F_4 ——接头管倾斜或弯曲变形时为克服径向分力所需的起拔力; W_1 ——接

头管自身重力。

拔管初期槽孔内的混凝土基本上处于3种状态,上部为流态,中部为塑态,下部为稳定固态,它们对起拔力均会造成不同程度的影响。接头管起拔过程中, W_1 是固定值; F_2 为流体侧向压力形成的摩擦阻力,主要产生于上部后浇混凝土中,与孔深以及混凝土浇筑速度有关; F_3 随混凝土浇筑时间而变化,在混凝土凝固初期,对接头管起拔力贡献不大; F_4 对接头管起拔力影响较小。因此,重点分析混凝土浇筑对接头管产生的挤压摩阻力。

混凝土挤压摩阻力与摩擦系数、接头管外径、接头管插入混凝土的深度和混凝土最大侧压力有关,用公式表示为:

$$F_2 = \mu \pi D P_{\max} (H - h_g / 3) \quad (2)$$

式中: μ ——摩擦力系数; P_{\max} ——混凝土最大侧压力; h_g ——最大侧压力深度。

从公式(2)可以看出,减小混凝土与接头管之间的摩擦系数非常有效。此外,混凝土挤压摩阻力还与混凝土最大侧压力和最大侧压力深度有关系,而混凝土最大侧压力 P_{\max} 和最大侧压力深度 h_g 与混凝土的初凝时间 T 和混凝土面上升速度有关,它们之间的关系见表1所示。

表1 P_{\max}, h_g 与 T 和 v 的关系

混凝土面上升速度 $v / (\text{m} \cdot \text{h}^{-1})$	最大侧压力 P_{\max} / MPa			最大侧压力深度 h_g / m		
	$T = 2 \text{ h}$	$T = 3 \text{ h}$	$T = 4 \text{ h}$	$T = 2 \text{ h}$	$T = 3 \text{ h}$	$T = 4 \text{ h}$
1	40	55	70	1.30	1.95	2.60
2	100	140	173	2.60	3.90	5.20
3	135	190	285	3.90	5.85	7.80
4	280	335	390	5.20	7.80	10.40
5	370	465	560	6.50	9.975	13.00

3.2 超深嵌岩地下连续墙接头管安装与起拔问题及应对措施

在前期接头管安装施工时,已有三轴搅拌桩原因造成槽壁垂直度偏差较大,导致接头管安放时不能按预先设定的位置就位,而且接头管底部无法安装到位,混凝土灌注时发生绕流、接头管底部流进混凝土使管内形成真空,造成顶拔困难,继而影响墙体宽度、钢筋网片预埋钢筋的精度,同时接头管后面砂袋回填量增大,也易出现漏浆。当接头管在孔内发生偏斜时,应立即拔出,采用旋挖扫孔,直至垂直度达到要求再进行安装,在后期施工中,首先采用旋挖在接头管位置引孔,其位置如图4所示。在接头管与土层空隙填砂袋,以减少砂层和接头管的摩擦力。

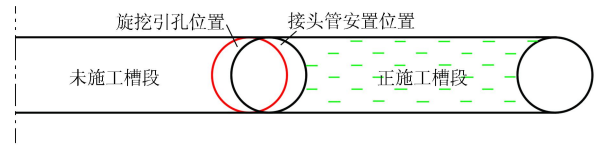


图4 旋挖引孔示意图

从表1可以看出, P_{\max} 和 h_g 与混凝土面上升速度密切相关,因此为了减小起拔力,必须严格控制混凝土面上升速度。因为混凝土面上升速度过大,不但给施工造成很大困难,而且导管将埋入过深,导致混凝土拌和物在导管内流动不畅,造成堵管事故的同时,接头管也埋入过深,将增加提拔阻力浇注;速度过小,导管插入深度也过小,不易控制每次提升的高度。一般情况下,建议混凝土面上升速度以4~5 m/h为宜。

本工程采用柔性止水接头,由于接头管直接与混凝土进行接触,因此在起拔过程中,接头管将承受很大的压力,在施工时顶升机压力曾达到39 MPa,为保证接头管在起拔过程中不被拉断及保证墙体接缝处的混凝土不被锁扣管破坏,采取如下措施。

(1)根据混凝土的初凝实际进行验算和试验,并且第一车混凝土到现场后制作试块,放置于施工现场,用于判断混凝土的初凝时间,根据初凝的实际情况及理论计算情况控制拔管时间,浇筑一定时间后上下活动接头管,避免早拔造成绕流,晚拔造成埋管。

(2)在前期施工中,DLQ43号槽接头管在起拔过程中,由于混凝土初凝时间过快,导致起拔压力过大,造成接头管断裂。针对这个问题,我们在后续槽段的施工中采取在锁扣管迎混凝土面绑设薄铁皮的方法(如图5所示),把开挖面以下1 m到槽段底部段铁皮包裹范围为角钢根部到另一侧角钢根部,开挖面下1 m以上到槽顶段铁皮包裹范围为下部的一半,居中布设,采用8号铁丝穿孔环抱接头管固定,以此减小与混凝土的摩擦力。



图5 接头管绑设薄铁皮

(3)严格控制混凝土面上升速度,确保混凝土面上升速度保持在4~5 m/h。

经我们在实际施工中的探索和实践,绑铁皮并且严格控制混凝土面上升速度以后,接头管在起拔过程中的起拔阻力明显减小,一般都保持在6~8 MPa的正常范围。由此可以证明,用包铁皮来减小接头管与混凝土的摩擦力是可行的。

4 混凝土绕流及墙体垮塌问题及应对措施

本工程地连墙设计深度较大,为52~56 m,地质条件较差,上部为松散杂填土,下部含巨厚砂层,槽壁易失稳塌方,造成混凝土绕流。若发生严重塌孔,立即将抓斗提出地面,用优质粘土回填至塌孔处以上1~2 m,待沉积密实后再成槽,若局部坍塌,则加大泥浆粘度,提高泥浆质量后继续成槽。

锁口管后面回填不密实,导致混凝土在锁口管两侧形成绕流,从而加大混凝土与锁口管之间的接触面积,摩擦力增大,锁口管起拔困难,并严重影响下一槽段的成槽施工效率。针对这一现象,采用水泥袋装填细砂投入锁口管后面,装填量为一锹左右。砂包填在锁口管与槽壁接触的两侧,填到墙顶标高以上。

接头管安放结束之后没有进行限位,在混凝土浇筑过程中由于混凝土的侧压力过大导致锁口管发生偏移,造成混凝土绕流。对此应严格控制施工过程,接头管安装到位后必须进行限位,在浇筑过程中注意把控浇筑时间及速度,控制好混凝土坍落度。

5 结语

(1)针对地连墙槽壁三轴搅拌桩偏差过大引起的成槽困难的问题,应对措施有2种:第一,采用旋挖在每幅地连墙接头处及中间进行引孔,再利用抓

斗成槽的方法进行施工;第二,针对部分三轴搅拌桩偏位较大、斗体严重倾斜、抓斗无法施工的情况,采用在施工部位回填碎石、粘土等将成槽面填平,利用冲击钻成槽。

(2)针对接头管起拔困难的问题,通过对接头管起拔进行受力分析,应对措施有2种:第一,采取在锁口管迎混凝土面绑设薄铁皮以减小混凝土对接头管的挤压摩擦力的方法;第二,严格控制混凝土面上升速度,确保混凝土面上升速度保持在4~5 m/h。

(3)针对墙体垮塌问题,应对措施如下:若发生严重塌孔,立即将抓斗提出地面,用优质粘土回填至塌孔处以上1~2 m,待沉积密实后再成槽;若局部坍塌,则加大泥浆粘度,提高泥浆质量后继续成槽。

(4)针对接头管两侧混凝土绕流的问题,采取接头管安装到位后进行限位,在浇筑过程中严格把控浇筑时间及速度,控制好混凝土坍落度的应对措施。

参考文献:

- [1] 丛嵩森. 地下连续墙的设计施工与应用[M]. 北京:中国水利水电出版社,2001. 58.
- [2] 李劲晖,徐伟. 深基坑嵌岩支护技术应用研究[J]. 岩土工程学报,2006,(S1).
- [3] 吴祥祖,朱小龙,王惠康. 地下连续墙施工中常见问题及控制措施[J]. 施工技术,2005,(6).
- [4] 陈礼仪,彭建华,宋保强,等. 深基坑围护超深地下连续墙护壁泥浆的研究及应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2013,40(2):69-70.
- [5] 易智宏,赵建平,汪应朝,等. 深异型地下连续墙施工技术研究[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(11):44-50.
- [6] 孙立宝. 超深地下连续墙施工中若干问题探讨[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(2):51-55.

突泉盆地首口油气调查参数井开钻

《中国矿业报》消息(2013-11-22) 2013年11月1日,由中国地调局油气中心承担设计、沈阳地质矿产研究所参与设计的突参1井在油气资源调查新区——突泉盆地正式开钻,这标志着东北地区上古生界和松辽西部外围盆地油气调查工作迈出了实质性的一步。

突参1井是突泉盆地实施的第一口油气调查参数井,设计井深2600 m。按照“定深间断取心、在烃源岩等重点层段取心”的原则,该井设计取心300 m,全井段开展综合测录井工作。

据介绍,此次钻探主要目的是建立突泉盆地上古生界—

中生界地层层序格架;验证地球物理界面地质属性,揭示盆地结构;尽可能揭露侏罗系红旗组、二叠系林西组一定厚度的暗色泥岩,对烃源岩进行综合评价;探索盆地上古生界、中生界的生、储、盖组合特征及含油气情况;为盆地下一步油气勘探提供地质依据。

突参1井的部署实施拉开了我国在东北地区上古生界和西部外围盆地油气勘探的序幕,对于开拓油气勘探新领域、深化该区油气资源潜力认识、促进东北地区油气找矿新发现、服务当地经济建设,具有重大的科学意义和实践意义。