

基于造价分析某地下连续墙槽壁塌方处理方案研究

谢林汝

(上海青浦新城区工程项目管理有限公司, 上海市 201703)

摘要:我国城市建设前几十年如火如荼,现今发达地区已进入高质量发展阶段,这就不可避免地要求基坑围护越来越多的采用可靠性较高的地下连续墙方案,但由于地质条件的千变万化,突发事件也越来越多。以某地下连续墙槽壁塌方处理为例,通过对造价和效果的分析,介绍事件的处理方案,可以为类似项目提供有益的参考。

关键词:地下连续墙;槽壁塌方;造价分析

中图分类号: U412.35

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2022)01-0250-03

0 引言

进入21世纪,我国的基建发展日新月异,这就对新项目的建设提出了更高的要求。由于对环境控制要求的提高,地下连续墙作为造价较高的基坑围护型式也应用的越来越多。由于上海特有的砂层土,实施过程中难免会遇到一些突发情况^[1-4]。因此,突发情况的处理方案是否合理,成为了地下连续墙设计施工中的重难点之一^[5-6]。本文以上海某地下连续墙槽壁塌方处理为例,通过对造价和效果的分析,为类似事件提供参考。

1 工程背景

项目建设内容主要由1幢12F主楼、1幢4-5F裙房及1座地下室(埋深约18.00 m)组成,总建筑面积约56 600 m²,其中地下建筑面积29 000 m²。北侧主楼12层,总高度60.0 m,南侧4-5层裙房作为门诊医技用房,高度19.00-24.00 m,地下三层。本工程相对标高±0.000等于绝对标高+6.10,场地周边自然地面平均绝对标高为+4.500。基坑周长410 m,基坑开挖面积9 422 m²,基坑开挖深度16.1 m。

项目周边较空旷,东侧、南侧为空地,西侧为办公生活区,北侧为罗家港,周边环境保护要求不高。基地周边环境见图1。

场地现状:目前施工场地为空地,周边无永久建筑物及需保护管线。临时道路完成道砟铺筑施工,临时用水、临时用电以至接驳点。生活区、办公区等临



图1 项目周边环境示意图

时用房已搭建完毕。

围护体系:1 000 mm厚地下连续墙,外侧设置直径700 mm高压旋喷桩接缝止水。

支撑体系:采用三道钢筋混凝土支撑,第一道支撑中心标高为-3.100 m,第二(三)道支撑中心标高为-8.500(-13.500)m。

栈桥:栈桥板顶标高为-2.400 m。板厚250 mm,栈桥梁截面尺寸为1 000 mm×1 100 mm和800 mm×1 100 mm。栈桥限载车辆50 t,均布荷载25 kPa。

立柱体系:采用角钢格构柱,支撑立柱采用4L160 mm×16 mm,截面尺寸480 mm×480 mm;栈桥立柱采用4L180 mm×18 mm,截面尺寸480 mm×480 mm,立柱桩采用直径850 mm钻孔灌注桩。

2 地质条件

据野外静探与钻孔资料初步分析,拟建场地在勘察深度90 m范围内的地基土均属于第四纪沉积物,

收稿日期:2021-09-30

作者简介:谢林汝(1989—),女,学士,工程师,从事建筑工程造价管理工作。

主要由填土、黏性土、粉性土组成。根据土的成因、时代及静力触探成果分析,共划分 8 个工程地质层及分属不同层次的亚层。

场地浅部土层中的地下水属潜水类型。潜水位的动态变化主要受降雨、地面蒸发、地表水等影响,丰水期(5~8 月份)地下水位较高,枯水期(12 月至翌年 1~2 月份)水位较低,年水位的变化幅度一般在 1.0 m 左右。本次勘察期间,实测取土孔内的地下水稳定水位埋深介于 1.30~1.40 m 之间,标高介于 2.86~3.49 m 之间。

按上海市《地基基础设计规范》(DGJ08-11—2010)第 4.2.2 条并结合本地区勘察经验,场地内地下水位埋深高水位可按埋深 0.50 m 考虑(整平后室外地面),低水位可按埋深 1.50 m 考虑(现场场地地面或周边道路),设计时可根据安全原则选用。

依据勘察揭露地层,场地内第⑦层粉性土属第一承压含水层,第⑨层粉砂属第二承压含水层。根据上海地区区域水文地质资料,第一承压水水头埋深一般在 3~12 m,拟建场地⑦层承压水稳定水位埋深在 6.98~7.09 m 之间,相应标高约 -2.67~-2.56 m 之间,可能对本工程基坑开挖产生不利影响,基坑开挖时应整体综合考虑。

3 槽壁塌方事件情况

地下连续墙于 2019 年 8 月 19 日开始施工,前 3 幅地墙施工情况来看,成槽过程中塌方较严重,混凝土灌注充盈系数偏大(见表 1,第一幅充盈系数 1.62,第二幅 1.45,第三幅 1.22),针对此情况,2019 年 8 月 23 日参建单位会议讨论决定改变施工参数后再施工几幅墙,具体施工措施为:泥浆比重调高到 1.2,采用优质膨润土,泥浆粘度调高到 36 s;路面铺 2 层 3 cm 钢板,以减少大型机械震动给槽壁带来的影响;控制成槽速度等)再议施工方案,同时要求测槽单位加布中间测槽点,对槽壁塌方进一步观察等。

会后到 2019 年 8 月 25 日,采用新参数又进行了四幅墙的施工,其中第四幅墙超灌仍严重,充盈系数仍达 1.31,其余三幅墙充盈系数在规范要求内,但四幅墙无一例外造成导墙道路大面积塌陷,具体改变施工参数后,第五、六、七幅墙情况如下:

23 日晚,在第五幅成槽完毕后,测槽单位不敢贸然对槽孔塌方严重的中间点位置测槽,以免塌方埋置探头,因此,单纯从超声波检测报告也无法准确反映。

在第五幅成槽测槽结束后,又一次清底时,发现

表 1 地下连续墙浇筑施工记录表

槽段号	浇筑开始时间	浇筑结束时间	理论方量 /m ³	实际方量 /m ³	充盈系数
C1-13	8 月 20 日 19:40	8 月 21 日 11:08	188	304	1.62
C1-06	8 月 21 日 16:44	8 月 22 日 6:00	188	272	1.45
C1-14	8 月 23 日 12:20	8 月 22 日 18:25	216	264	1.22
C1-05	8 月 23 日 8:23	8 月 23 日 15:53	216	284	1.31
C1-12	8 月 24 日 2:45	8 月 24 日 10:00	216	244	1.13
C1-20	8 月 24 日 14:25	8 月 24 日 22:35	170	196	1.15
C1-07	8 月 25 日 6:00	8 月 25 日 11:10	216	230	1.06

孔底部有 2 m 的塌方,清槽过程中,因成槽机加油,停留 1 h,继续清底,发现塌方又增加了 2 m,清底时间花费近 4 h。

第五幅地墙混凝土灌注,超灌 28 m³,仅从超灌量来反映,看似满足充盈系数要求。但是第五幅混凝土灌注完毕后,导墙断裂,下沉 1 m 多,可见导墙下方土体塌方的严重性,我们初步估计,有一部分塌方土已经掉入地墙内,从而减少了混凝土的使用量,进而推断出,从超灌量已无法反映槽壁的塌方情况。

第六幅成槽过程中,抓斗上提时顶部有泥块,说明上层土塌方导致,导墙路面开裂。

第七幅成槽第一抓完成,在第二抓时,导墙下沉变形,抓斗卡在导墙下方,提不上来,通过把导墙拆除后,抓斗提出(见图 2)。

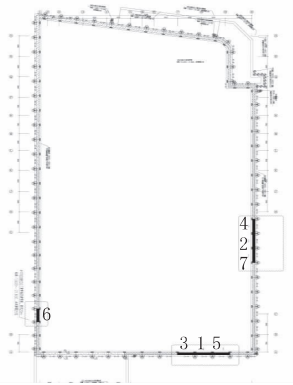


图 2 七幅地墙成槽平面位置示意图

考虑到安全性,参建单位决定第七幅成槽结束后,暂停地下连续墙施工,需要对塌方原因进一步讨论,形成一致的处理采取进一步加强措施,方可继续施工。

成槽机司机反映:在抓斗上提过程中,有塌方的土体落在抓斗上表面,进一步验证塌方的频繁及严重程度。

4 处理方案及造价工期分析

4.1 原因分析

槽段内局部槽壁坍塌的原因很多,因此结合项

目实际情况和特点,主要因素逐一分析如下。

(1)选用护壁泥浆类型不当或者泥浆密度不够,不能形成可靠的护壁作用而造成槽壁塌方。

经分析,该项目泥浆已经考虑到软弱土层的特点,适当加大了泥浆密度:泥浆粘度 36 s,相对密度约 1.2。因此此项原因可以排除。

(2)孔内出现水压力或者地下水位过高。导致的槽壁塌方。

该项目的槽坑液面在地下水位 0.5 m 以上,并设置了比地面高出 0.2 m 的导墙,同时还专门设置了地面排水沟与集水井等措施。因此此项原因可以排除。

(4)槽边地面附加荷载过大或单元槽段长度过长,而导致的塌孔。

该项目避免了重荷载的影响且槽段长度设置合理,路面铺 2 层 3 cm 钢板,以减少大型机械震动给槽壁带来的影响。因此此项原因可以排除。

(5)遇层理发育的软弱土层或砂层,钻进速度过快或钻头碰撞槽孔壁而造成塌方。

该项目在钻进时可适当降低钻进速度,同时尽可能避免钻头对孔壁的碰撞。为确保安全,进行槽壁加固是必要的。

4.2 处理方案

通过上述造成地墙施工塌方的主要原因分析,可知:不同成墙部位,二台成槽机施工的七幅墙都严重塌方,是系统因素造成的,主要是对②、③层土的砂性程度认识不足,由于没有槽壁加固,②、③层土的砂性较重,成槽的过程中槽壁产生了大面积塌落,后几幅墙虽然采取了一些针对性措施,但仍然无法保证这两层土在挖槽过程中保持自立。

如采用废弃重建方案,工期和造价翻倍,均难以接受。为了保证后续地墙的施工进度及施工质量,因此推荐采用对后面未施工的地墙采取三轴搅拌桩槽壁加固的处理方案,搅拌桩深度 12 m,同时,已施工完成的七幅墙,由于存在质量隐患,开挖后要作好补救措施。

4.3 造价增加和工期延长分析

4.3.1 造价分析

(1)地墙外围三轴中心周长约 $421.3\text{ m}-41.5\text{ m}=379.8\text{ m}$, $\phi 850@600$ 三轴水泥土搅拌桩套一孔施工桩距 1.2 m, 322 根桩, 桩长 12 m (-1.80 ~ -13.80), 地墙内侧三轴中心周长约 $405.7\text{ m}-41.5\text{ m}=364.2\text{ m}$, $\phi 850@600$ 三轴水泥土搅拌桩搭接施工桩距 1.8 m, 208 根桩, 桩长 12 m (-1.80 ~ -13.80), 槽壁加固增

加三轴总量为 $7\,716.08\text{ m}^3$; 单价 239.3 元 / m^3 , 合计 184.65 万元。

(2)止水旋喷引孔及工作量减少按 11m 计, 发生费用合计: -31.80 万元。

其中: 减少引孔费用 $189\text{ 根} \times 12\text{ m} \times 50\text{ 元 / m}=11.34\text{ 万元}$; 止水旋喷工作量减少费用: $189 \times 11 \times 207.5=-43.14\text{ 万元}$ 。

(3)导墙已完成 90%, 拆除外运工程量约 900 m^3 , 拆除与外运 18 万; 导墙二次制作工程量为 999.6 m^3 , 933.54 元 / m^3 , 合计 93.32 万元。

(4)内侧道路二次制作约 50 万。

(5)因停工, 设备产生的费用, 80.29 万元。

(6)人工停工窝工费, 28 万元。

共 80 人, 窝工误工暂按 10 d, 350 元 / d / 人。

以上总的增加费用约: $422.46\text{ 万元} \times 1.09=460.48\text{ 万元}$ 。

4.3.2 工期分析

(1)方案讨论定案时间暂按 3 d 考虑, 组织设备进场与出场按 5 d 考虑, 综合按 8 d 延期考虑;

(2)增加 $7\,568.5\text{ m}^3$ 三轴槽壁后, 施工工期为 15d, 导墙和道路滞后槽壁后 15 d 全部完成, 三轴、导墙和道路总工期按 30 d 计。

(3)为增加安全性, 要求三轴开始后至少养护 21 d 才能施工地墙, 故地墙与导墙道路平行施工 9 d, 考虑 1 台成槽机施工, 每天按 1.5 幅墙施工, 9 d 施工 13 幅墙, 之后剩余 53 幅墙, 安排 2 台成槽机施工 18 d。

综上所述, 从现在计剩余 66 幅墙需要 56 d, 原计划 66 幅墙施工 22 d, 故工期延迟 34 d。

4.4 塌方影响分析

(1)施工质量难以保证

本项目地墙为“两墙合一”, 作为永久性墙体, 在预埋件和渗漏等方面, 施工质量要求较高。塌方引起的鼓肚, 在破除混凝土过程中, 引起预埋件破损。在灌注混凝土过程中塌方, 出现墙体夹泥现象, 引起漏水, 预埋件失效等。根据目前塌方情况, 如按原方案继续施工, 质量很难保证。

(2)施工安全隐患

导墙下方的土方流失, 引起路面塌陷, 会造成大型设备倾覆, 成槽机抓斗被埋的损失。

(3)成本费用增加

混凝土超灌造成材料浪费严重, 以及在基坑开挖中, 破除混凝土产生费用。

(4)工期增加

(下转第 255 页)

(6) 公路设施及预埋管线原工可暂无江北新区 050 单元、080 单元及龙袍新城控制性详细规划,本次根据各地块控规对沿线雨水、污水管道、信控设施及智能监控布置进行调整。费用增加约 1.73 亿元。此外,根据《南京市超限超载非现场综合执法动态检测点布局规划》,本项目于 501 省道设置无人值守超限检测点一处,费用约 0.1 亿元。建安费增加合计 1.83 亿元。

(7) 绿化及环境保护工程:原工可绿化包含中分带、侧分带、行道树及路侧绿化带,本次设计仅包含中分带、侧分带及行道树,绿化建安费减少约 0.60 亿元。

(8) 其他工程:细化相交道路及沟渠的顺接,增加建安费约 0.12 亿元。

(9) 专项费用:调整估算按照 JTG 3820—2018 公路工程项目投资估算编制办法的规定新增单列的费用,总体费用增加 0.43 亿元。

2.2.3 征地拆迁费的调整

征地拆迁由 4.67 亿调整为 10.64 亿元,增加 5.97 亿元。其中:(1) 拆迁标准提高增加约 2.84 亿元,

2016 年拆迁标准为楼房、厂房 4 800 元 /m²,平房 4 400 元 /m²,现标准提高为楼房、厂房 11 300 元 /m²,平房 8 600 元 /m²。(2) 现工可路幅宽度较原工可增加,根据现状道路两侧管线现状,以及管线迁改单价的提高,管线迁改费用增加约 3.13 亿元。

2.2.4 工程建设其他费及预备费

由于计费基数的增加,这两项费用同步调整增加造价 2.12 亿元。

3 结 语

从 501 省道六合雄州至西坝港区公路项目投资调整分析来看,具体分析出项目投资变化的原因,供主管部门做决策,有利于加强投资资金的动态管理,为下阶段的开展提供数据支撑。

参考文献:

- [1] 东南大学建筑设计研究院有限公司.501 省道六合雄州至西坝港区公路工程可行性研究报告[Z].长沙:东南大学建筑设计研究院有限公司.2020.
- [2] JTG 3820—2018,公路工程项目投资估算编制办法[S].

(上接第 252 页)

塌方引起的围护施工速度减慢和土方开挖过程中,破除混凝土费时费力,造成工期增加 34 d,造成了一定的损失。

5 结 语

城市建设的高质量发展,带来了地下连续墙的广泛应用。但在上海滨海相沉积地质下依然带来了施工方面的各种突发情况。本文就是基于这一背景下,依托某地下连续墙槽壁塌方事件,基于原因分析、造价、工期等综合考虑,给出了后续地墙采取三轴搅拌桩槽壁加固的处理措施,较好解决了该问题,可以为类似项目的建设施工提供一定的参考。

参考文献:

- [1] 丛蓓森.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.
- [2] 周红波,姚 浩,卢剑华.上海某轨道交通深基坑工程施工风险评估[J].岩土工程学报,2006,28(增):1902-1906.
- [3] 江世杰,李光旭.地下连续墙施工难点分析[J].建筑科学与监理,2011(1):35-36.
- [4] 朱加路.地下连续墙在上海地铁中的应用[J].城市建设理论研究,2013(11):1-6.
- [5] 吴清平,时伟,戚铎钟,等.超大深基坑 BIM 施工全过程模拟与分析研究[J].工程建设,2013,45(5):20-24.
- [6] 孙长帅.地下连续墙成槽阶段常见问题及处理措施[J].智能城市,2019,5(9):123-124.