

近地铁结构地连墙施工技术可行性分析与应用

杨春, 赵慎中, 宋珪

(江西省地质工程(集团)公司, 江西南昌 330029)

摘要:随着城市经济建设的飞速发展,城市地下空间开发项目日益增多。工程施工中经常遇到紧邻地下建筑物进行开挖、钻进等情况,特别是地下连续墙这样较大面积深层开挖的工法,势必会对原有地下建筑造成一定影响,稍有不慎,便会造成安全质量事故。结合工程实例,简要介绍了地下连续墙在上海市某紧邻地铁结构基坑工程中的应用。通过可行性分析,采取相关的施工过程控制措施使其在施工过程中对地铁结构的变形影响达到最小,实践证明了该法对同类复杂工程的适应性。

关键词:近地铁结构;地下连续墙;基坑支护;可行性分析;应用

中图分类号:TU476+.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2010)06-0056-03

Technical Feasibility and Application of Diaphragm Retaining Wall near Subway Structure/YANG Chun, ZHAO Shen-zhong, SONG Gui (Jiangxi Geo-engineering (Group) Corporation, Nanchang Jiangxi 330029, China)

Abstract: With the rapid development of urban economic construction, the project of urban underground space keeps increasing. Excavating and drilling adjacent to underground structures are usually encountered in engineering construction; especially for the large area and deep excavation method such as diaphragm retaining wall, which would affect original underground structures with safety and quality trouble. According to the engineering case, the paper introduced the application of diaphragm retaining wall in foundation pit near subway structures in Shanghai. By the feasibility analysis, the relevant controlling methods were adopted in the construction process to minimize the deformation effect to subway structures. The practice shows that diaphragm retaining wall is suitable for similar complex project.

Key words: near subway structure; diaphragm retaining wall; foundation pit support; feasibility analysis; application

1 工程概况

上海市某24层办公楼,设计3层地下室,基坑面积1.2万 m^2 ,基坑开挖深度16.7m。基坑围护采用地下连续墙,设计地下连续墙厚1000mm,墙深34.0m。

该工程在基坑西侧地下连续墙与地铁一号线徐家汇地铁站出入口近邻,地下连续墙外边线距地铁出入口距离为1672~2820mm,地铁围护钻孔灌注桩边距地墙外边线约260~700mm,地下连续墙与地铁结构位置关系见图1、图2。

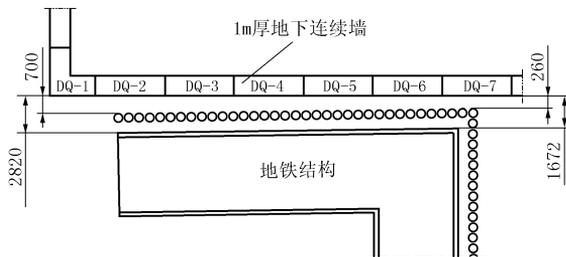


图1 平面位置关系图

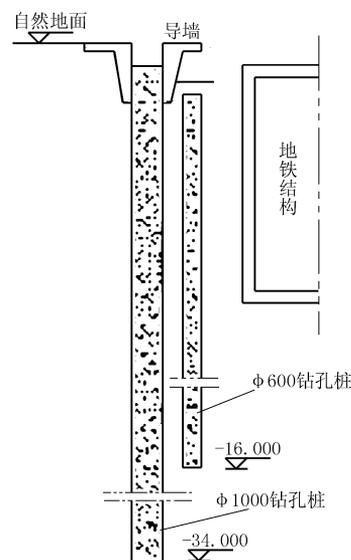


图2 剖面位置关系图

2 施工可行性分析

地下连续墙施工对周边环境的影响主要表现在地连墙槽壁不稳定,发生塌方、坍落等现象,引起土

收稿日期:2010-04-16; 修回日期:2010-05-23

作者简介:杨春(1966-),男(汉族),江西南昌人,江西省地质工程(集团)公司高级工程师,探矿工程专业,从事岩土工程施工工作,上海市徐汇区龙漕路1弄1号(200235), yangchun1966@sohu.com。

体变形位移,从而影响到周边环境出现一些异常现象,如道路下陷、管线移位破裂、地下建筑渗漏等现象。

2.1 地下连续墙施工影响机理分析

地连墙成槽施工时,槽壁土层受力主要有:

土的自重应力: $\sigma_{cz} = \gamma_s z$

土的水平向自重应力: $\sigma_{cx} = K_0 \sigma_{cz}$

泥浆的水平压力: $\sigma_{sx} = \gamma_w z$

式中: γ_s ——土的重度, kN/m^3 ; γ_w ——泥浆重度, kN/m^3 ; z ——深度, m ; K_0 ——侧压力系数。

根据泥浆护壁原理,槽壁应在土体中的水平自重应力和泥浆的水平压力作用下保持平衡。由于地层水浮力的作用,土的水平自重应力和泥浆的水平压力关系如图3。

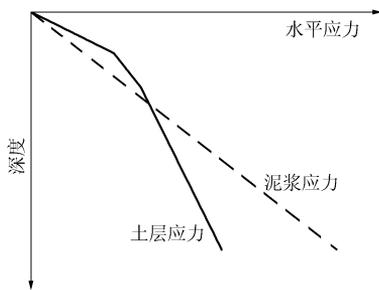


图3 应力关系图

分析表明,要保证槽壁的稳定性,需要保证 $\sigma_{sx} \geq \sigma_{cx}$,而保证这一条件的关键在于泥浆密度与泥浆水头压力。根据水平应力关系图可以看出,不能满足这一条件的部分基本位于槽壁的上部。

因此需要从以下3方面保证孔壁完整性:

- (1)对地墙两侧上部土体采取预防加固措施;
- (2)控制泥浆质量,增加泥浆的密度;
- (3)抬高泥浆水头压力。

2.2 最不利工序分析

地下连续墙主要施工工序:开槽→成槽→刷壁→下笼→灌浆→起拔锁口管。

根据影响机理分析得出,施工中泥浆变化最大和变化最频繁的工序最易造成孔壁失稳,即最不利工序。成槽施工就是地连墙施工的最不利工序。

地连墙成槽工艺与泥浆变化关系如下:

- (1)液压抓斗下放入槽,泥浆上升;
- (2)开抓斗抓土,泥浆平稳;
- (3)提升抓斗,抽吸泥浆形成涡流;
- (4)抓斗提出水面,泥浆下降;
- (5)补充泥浆,泥浆上升。

可见,只有尽量消除施工工序对泥浆变化的影

响,才能保证孔壁稳定,进而保证周边环境的安全。

2.3 地铁结构影响因素分析

(1)地铁结构为钢砼结构,其基础形式为抗拔桩基础,持力层为深层土体,周边施工对其变形和沉降影响不大。

(2)地铁结构受地层力为浮力,而挖土作用只造成周边土体的微小沉降,其对土体浮力基本无影响,由此判断地连墙施工对临近地铁结构沉降影响微小。

(3)地铁围护桩间距很小,只有15~20cm,同时桩体表面凹凸不平,与周边土体具有很强咬合力及摩擦力,且围护桩周边土体曾采用水泥浆液止水加固,经十多年的固结已与周围土体形成一个整体,其强度不会小于土体强度,塌方的可能很小。

2.4 可行性分析结论

综上所述,本工程近地铁结构地连墙正常施工对地铁结构位移和沉降的影响较小。因此,只要采取一定的技术和管理措施,优化施工工艺,加强技术操作,强化施工管理,在不对周边土体加固的情况下实施近地铁结构处的地下连续墙具有可行性。

3 施工技术控制措施

3.1 施工技术措施

(1)将导墙由原1.5m加深至2m。加深导墙可增高导墙底部水头压力及导墙强度,保证浅层回填土的稳定,降低锁口管起拔对周边环境的影响。

(2)成槽期间采用沙袋围高导墙,将水头抬高至地面上1.0m。增高水头可以增加泥浆对孔壁的水平压力,确保孔壁稳定。

(3)调整泥浆配比,增加泥浆中膨润土、纯碱、CMC及PHP比例,将泥浆粘度增大至26~30s,增加固相含量,加大泥浆密度至 1.10 g/cm^3 以上。泥浆性能增强可以提高泥浆护壁效果,保证槽壁的完整和稳定。

(4)适当减小幅宽,将原来6m幅段缩小至5m,减小施工受影响土体面积,降低单幅成槽时间,增加安全性。

(5)采用多槽段跳打方法,跳幅4幅以上方开槽施工,尽量减小施工过程对土体重复扰动及影响的连续性。

(6)将钢筋笼底的主筋头由单边改为双面向内弯向 $15^\circ \sim 30^\circ$,避免钢筋笼下放过程中挂靠槽壁。

3.2 操作技术措施

(1)成槽过程中严格控制泥浆密度,密度不得

小于 1.10 g/cm^3 , 粘度不得低于 26 s , 2 h 检测一次泥浆参数, 如发现泥浆性能有下降趋势, 立即补充新浆调整至泥浆性能稳定。

(2) 施工过程中始终保持泥浆水头高于地面 1.0 m 以上。

(3) 成槽作业时抓斗要轻提慢放, 防止泥浆掀起波浪, 影响地下连续墙导墙下面的土体稳定。

(4) 抓斗出入泥浆液面应稍作停待后轻轻提放, 消除抓斗进出液面的抽吸作用以及泥浆液面的快速变化。

(5) 钢筋笼起吊运输专人指挥, 钢筋笼下放匀速慢放, 不得摆动过大, 避免钢筋笼挤靠槽壁。

(6) 起拔锁口管时, 在顶上架下垫放 $6 \text{ m} \times 1.5 \text{ m} \times 0.2 \text{ m}$ 走道板, 避免导墙局部应力集中, 影响土体稳定性。

4 施工管理控制措施

4.1 施工顺序

(1) 首先开挖宽 2.8 m 的试成槽观测成槽情况, 若成槽情况良好, 再进行继续施工。

(2) 遵循由简入难的原则, 由远离地铁入口逐渐接近地铁出入口。记录成槽的技术参数和土层条件, 监测地铁结构变形, 改进施工参数, 优化施工工艺, 安全有效地完成施工作业。

4.2 施工工序

(1) 加强地连墙施工过程中的计划安排, 统一安排施工资源和施工工序, 保证成槽结束前钢筋笼及其它辅助设施到位, 最大限度减少槽壁暴露时间。

(2) 成槽施工准备充分方可开槽, 加快成槽速度, 将成槽至灌浆结束时间控制在 12 h 内。

4.3 施工人员

安排业务水平高、技术能力强、经验丰富的施工人员操作, 项目部主要管理人员全过程监控, 严格控制现场施工工序安排、施工搭接时间, 保证施工的顺利和安全。

5 施工效果分析

在地铁结构侧地下连续墙施工过程中, 通过上海地铁监护人员对地铁结构的监测获知沉降位移量(表1), 地铁结构位移累计量 $\leq 1 \text{ mm}$, 沉降累计量

$\leq 2 \text{ mm}$, 远远小于报警值(警戒值: 沉降日变形量 $\leq 1 \text{ mm}$, 累计沉降量 $\leq 10 \text{ mm}$; 位移日变形量 $\leq 1 \text{ mm}$, 累计量 $\leq 10 \text{ mm}$)。由此证明, 本工程可行性分析结论得到了验证, 地下连续墙施工技术措施和管理措施得当, 对类似工程具有借鉴意义。

表1 地铁结构监测日报表(2005年10月20日)

点号	沉降监测		位移监测		
	变化量/mm	累计量/mm	变化量/mm	累计量/mm	
CJ1	-0.02	1.25	WY1	0.0	0.3
CJ2	-0.01	1.37	WY2	0.0	0.8
CJ3	-0.01	1.88	WY3	0.3	0.8
CJ4	-0.05	1.65	WY4	0.2	0.6
CJ5	-0.00	1.19	WY5	0.1	0.4
CJ6	-0.00	0.90	WY6	0.0	0.5

注: 沉降位移负表示下降, 正表示上升。平面位移负表示远离基坑, 正表示靠近基坑。

6 结论

(1) 近地铁结构进行开挖和钻进施工, 可视其结构形式及受力进行可行性分析, 在不增加加固措施以及成本的前提下, 采取针对性的技术措施, 具有施工可行性。

(2) 近地铁结构进行地下连续墙施工时, 技术控制的重点在泥浆的密度以及泥浆水头高度, 通过提高泥浆密度, 抬高水头压力可以起到良好的护壁和控制位移效果。

(3) 地下连续墙在本工程中得到了很好的运用。

通过以上一系列相应措施, 使得施工过程中对地铁结构的变形影响达到了最小, 同时, 基坑在最终开挖时未发现有明显的漏湿现象, 地铁结构的日变形量及累计变形量都处于有效控制范围内。

参考文献:

- [1] 丛蒿森. 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] 陆震铨, 祝国荣. 地下连续墙的理论与实践[M]. 北京: 中国铁道出版社, 1987.
- [3] 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.
- [4] 孔莉莉, 文新伦, 马仕. 软土地基超深地下连续墙成槽施工的质量控制与实践[J]. 建筑工程, 2008, 30(4): 242-244.