

地下连续墙施工过程中的变形控制研究

潘华炜¹, 周 珺², 丁 浩¹, 季建中³

(1. 江苏省苏水工程建设监理有限公司, 江苏 扬州 225127; 2. 江苏省水利勘测设计研究院有限公司, 江苏 扬州 225127; 3. 江苏省泰州引江河管理处, 江苏 泰州 225321)

摘要: 地下连续墙作为建设深基坑工程和地下构筑物的一项新技术, 在水利建筑工程中越来越广泛应用。地下连续墙施工方法就是预先进行成槽开挖, 形成一定长度的槽段, 在槽段内放入预制好的钢筋笼, 并浇筑混凝土形成墙段。实际上, 地下连续墙成槽施工也是一系列的开挖和土体扰动过程, 必然会产生一定的土体变形与位移。施工中极有可能发生槽段外土体变形过大, 甚至引起地面塌陷, 当建筑物或管线距槽段较近时, 则可能会造成周边管线断裂、建筑物倾斜等严重的不良后果, 本文基于引江河二线船闸地下连续墙施工过程进行了研究, 不但为本工程的施工提供了指导, 提高了地下连续墙的成型质量, 并为以后类似工程施工提供借鉴。

关键词: 地下连续墙; 施工; 变形控制

中图分类号: TV523 文献标识码: B 文章编号: 1007-7839(2017)05-0029-04

Study on deformation control of diaphragm wall during construction

PAN Huawei¹, ZHOU Jun², DING Hao¹, JI Jianzhong³

(1. Jiangsu Province Sushui Engineering Construction Supervision Co., Ltd, Yangzhou 225127, Jiangsu;
2. Jiangsu Provincial Water Conservancy Survey and Design Institute Co., Ltd, Yangzhou 225127, Jiangsu;
3. Taizhou Linking Rive Management Division of Jiangsu Province, Taizhou 225321, Jiangsu)

Abstract: As a new technology of the construction of deep foundation pit engineering and underground structure, diaphragm wall is more and more widely used in hydraulic engineering. The construction method of underground continuous wall is to dig into the trench in advance to form a groove with a certain length, and the prefabricated steel bar cage is inserted into the groove section, and the concrete wall is formed by pouring concrete. As a matter of fact, the construction of underground continuous wall is a series of excavation and soil disturbance process, which will produce certain deformation and displacement. The construction is likely soil that the deformation is too large, and even causes the ground collapse. When the building or pipeline from the slot section is close, it may cause adverse consequences around the pipeline fracture, building tilt serious, the rivers and the second ship lock underground continuous wall construction process based on the research, not only provides guidance for the construction of the project, improve the forming quality of underground continuous wall, but also provides reference for future similar project construction.

Key words: diaphragm wall; construction; deformation control

收稿日期: 2017-02-06

作者简介: 潘华炜(1982-), 男, 本科, 工程师, 主要从事水利工程监理工作。

1 工程概况

泰州引江河高港枢纽二线船闸位于一线船闸西侧,其顺水流向中心线距一线船闸 70 m,船闸尺度为 230 m×23 m×4.0m(长度×宽度×门槛最小水深)。上、下闸首底板下采用地下连续墙防渗地连墙围封,闸室墙及下游西侧引航道采用拉锚灌注桩式地连墙结构,上下游导航墙采用卸荷板拉锚地连墙结构,地连墙主要是 60 cm 厚和 80 cm 厚,墙体最大净深为 21.1 m,位于下闸首围封与导航墙连接处,顶高程 2.5 m,底高程 -18.6 m,最小净高为 13.5 m,位于闸室灌注桩式地连墙,顶高程 1.5 m,底高程 -15.0 m,工程采用液压抓斗成槽机配合膨润土泥浆护壁进行成槽施工。

泰州引江河二线船闸场地地貌类型属三角洲平原的新三角洲平原,地貌分区属长江下游冲积平原区。根据地质报告显示,本工程地下连续墙工程主要集中在②₃^上层及②₃^下层,为重、轻粉质砂壤土,粉砂,夹壤土薄层,局部互层,土层粘粒含量小于 10%,而粉粒和砂粒含量均达到 90% 以上,渗透系数 $K=A \times 10^{-4}$ cm/s,达到中等渗透性。

2 地下连续墙施工影响因素及分析

2.1 槽壁稳定影响因素

导致槽壁失稳的原因有很多,一般有以下几种情况:①护壁泥浆密度不够,泥浆配置及质量不合要求,不能形成坚实可靠的护壁;②地下水位过高,泥浆液面过低;③施工土质为砂壤土,粉砂,渗透系数较大;④成槽后搁置时间过长,泥浆沉淀失去护壁作用;⑤单元槽段过长,或地面附加荷载过大。

针对上述提到的槽壁失稳的原因,可将二线船闸影响槽壁稳定的影响因素分为有利和不利因素。

有利因素可归结为:①护壁泥浆对槽壁的作用,包括泥浆的静水压力、膨润土滤饼产生的结构膜效应、泥浆的胶凝作用及阻止土颗粒移动的涂抹作用、电渗力有利于滤饼和结构膜的迅速形成;②导墙的支护效果,导墙能使槽壁两侧土体受到整体约束;③控制好槽段宽深比,利用土拱效应,宽深比越大,土拱效应越小,槽壁越不稳定;④采用加固措施改善槽壁两侧土体,可有效保证施工过程中槽壁的稳定性。

不利因素可归纳为:①开挖机械的重量和施工中的振动;②地面超载过大,地面超载会增加槽壁外土体压力,应使大型施工设备远离槽段,同时采用刚性地坪加以保护;③成槽开挖时间及成槽后搁置时间过长,槽段周围土体变形会随时间推移而加大,同时泥浆沉淀导致泥浆比重较小,降低槽壁稳定;④不合理的施工顺序,先后两个槽段应尽量隔开一定距离;⑤下雨使地下水位急剧上升或施工操作不慎造成槽内泥浆液面降低,地下水位和泥浆液面应保证一定的高度差。

2.2 工程施工影响因素分析

2.2.1 施工条件的影响

在二线船闸实际的施工中,现场大型机械较多,且采用重型成槽机,对于导墙、混凝土地坪及地面造成超载等实际施工问题,这些施工问题在实际施工时都是在开挖成槽前就已经存在,并对后续成槽开挖引起的土体变形有一定影响。

2.2.2 泥浆重度的影响

在地下连续墙成槽开挖过程中,泥浆就像液体支撑一样,能使槽壁保持稳定而不坍塌。泥浆的护壁作用:泥浆在土体孔隙中胶凝化、槽壁泥皮的作用、静水压力的作用和电渗现象。根据经验,泥浆产生的静液压力占到使槽壁稳定外力的 75% ~ 90%。由于开挖槽壁是借助泥浆压力与地下水土压力差来维持槽壁稳定的,因而泥浆的重度不易过小;而若重度加大,虽然有助于槽壁稳定,但不利于后期混凝土浇筑。因此,根据试验确定在二线船闸施工过程中新拌制泥浆的比重不小于 1.05,清底后泥浆比重不宜大于 1.15。

2.2.3 土层性质的影响

土体的强度是影响开挖稳定的一个重要因素^[1],根据二线船闸的地质报告可知,墙体主要集中在②₃^上层及②₃^下层,为重、轻粉质砂壤土,粉砂,夹壤土薄层,局部互层,土层粘粒含量小于 10%,而粉粒和砂粒含量均达到 90% 以上,场地土层的多变性也易导致施工遇到的土体强度不尽相同。

2.2.4 地面超载的影响

地下连续墙成槽过程中,对于二线船闸工程地面超载对槽壁稳定是有影响的,地下连续墙周边地面超载主要是大型液压成槽机及钢筋笼吊机等频繁移动带来的荷载和震动。关于地面超载主要从三方面研究:首先,改变地面超载大小,槽段边缘有不同重量的成槽机械施工时的影响;其

次,改变地面超载与槽段的距离,施工机械移动到距槽段不同距离的影响;最后,改变地面超载作用区域的大小,多台施工机械同时作用在槽段边缘的影响。

2.2.5 槽壁加固的影响

在施工初期通过延伸研究及试验,增强土体强度也可以有效的减小地面沉降和槽壁侧向变形,故在土质较差的部位可采用在成槽开挖施工前对槽壁进行加固,提高槽壁土体的强度,也可以有效起到保证槽壁稳定和限制土体变形的作用,但投资成本较大,多用于难度较大的局部施工处理。

3 地下连续墙成槽过程中的变形控制对策

地下连续墙成槽开挖施工引起的土体变形,由于开挖的几何形状及开挖支撑方式的不同而有别于基坑开挖引起的变形,但槽段成槽施工也是开挖行为,产生的变形及影响范围只是较基坑开挖小,地面沉降形状大致与基坑开挖引起的沉降形状相似。因此,本工程地下连续墙成槽施工的周边环境变形控制研究可借鉴基坑工程的环境保护措施。

保护基坑周边的环境:①从“源头”上采取措施减小基坑的变形;②可从基坑变形的传播途径上采取隔断方法减小土体变形对周边环境的影响;③可对被保护对象事先采取加固措施,提高其抵抗变形的能力。本文借鉴现有的基坑变形控制理念^[2],从控制开挖变形、隔断变形路径、增强保护对象三方面阐述地下连续墙成槽施工过程中的变形控制措施。

3.1 控制开挖变形

地下连续墙成槽施工变形的“源头”主要是槽段开挖。槽段开挖过程中,槽壁上的土体发生侧向变形,进而导致地面沉降。当连续墙附近存在建筑物时,将会导致建筑物沉降。因此,二线船闸工程注重在成槽开挖过程中控制槽壁变形,即可从源头上减小地下连续墙对周边环境的影响,做好现场管理调度^[3]。

3.1.1 导墙浇筑

施工准备前,在综合考虑表层土、地面超载、地下连续墙施工时可能对邻近建筑物产生的影响、地下水位变化等情况。二线船闸地连墙导墙深度采用1.2 m,开挖过程中泥浆液面不得低于导墙底

以下,同时,根据现场各地段情况也可适当提高导墙的标高来提高泥浆液面的标高。

3.1.2 槽段划分

槽段划分即确定槽段长度。槽段开挖时,土拱效应的发挥与槽段长度密切相关,槽段越长土拱效应越不明显,成槽开挖引起的变形也随着槽段长度的增加而增大。但单元槽段越长,可减小槽段的接头数量,增加地下连续墙的整体性。因此,单元槽段的长度不能太长也不应太短。在施工中,结合开挖槽段的稳定性、对相邻建筑物的影响、机械设备和施工条件等因素,并进行了开挖试验段施工,确定单元槽段长度4~6 m,并在成槽开挖过程中通过采用间隔施工,进一步发挥土拱效应,从而提高槽壁的稳定性,减小成槽开挖引起的土体变形。

3.1.3 泥浆护壁

泥浆性能直接影响地下连续墙成槽施工时槽壁的稳定性,提高泥浆重度可有效减小槽壁侧向变形,控制地下连续墙成槽施工引起的变形^[4]。提高泥浆液面可以折算为泥浆重度的提高,也可以有效控制成槽施工的变形。

3.1.4 周边限载

在实际施工中,要对开挖槽段周边限载,尽量使大型设备远离槽段,施工机械在同一个位置的振动时间不能太长,并严禁在槽段周围堆放较重的施工材料。施工时要在槽段边铺设路基钢板来扩散地面超载,从而控制槽壁浅层侧向变形及地面沉降。

3.1.5 加强降水

成槽过程中通过短期降低槽段周围的地下水位,可显著提高地下连续墙槽壁的稳定性,但降水过程中应考虑尽量减小保护对象地下水位的变化幅度,采用合理的降水深度及降水时间能有效控制成槽开挖对周边环境的影响。降低地下水位还可防止浅层砂性土在成槽过程中发生坍塌及流砂等现象。当土层中含有承压水时,应事先布置泄压井来减少承压水压力。当地下水位与江水有联系时,应提前或及时采取措施预防洪水等突发失稳情况的发生。

3.1.6 施工工艺

在软土层和砂层中施工时,应控制进尺速度。槽段成槽开挖结束后,尽量缩短槽段的搁置时间。采用抓斗成槽时,泥浆液面会随着抓斗的起落出

现较大起伏,施工中要注意保持泥浆液面的稳定。

3.2 隔断变形路径

地下连续墙成槽施工引起的土体变形是个动态的产生、发展和传递的过程,对周边环境的影响也随着开挖的加深而增大。可在成槽施工变形的传播路径上,采取隔离体隔断的方法来减小成槽施工对周边环境的影响,效果较好。

3.3 增强保护对象

地下连续墙成槽开挖过程中采用合理的施工措施,可减小成槽时土体变形,但当土质较差、邻近建筑保护要求很严时,对保护对象进行事先加固可提高其抵抗变形的能力,行之有效地控制保护对象的变形。

3.3.1 基础托换

基础托换即采用锚杆静压桩等措施对建筑物下方进行基础补强或替换,以增强建筑抵抗变形的能力,从而减小建筑物基础沉降的方法。常见的基础托换措施有:改良建筑物下方的土体、原有基础附近增设基础等,这种加固方法施工风险和难度较大,费用高,且施工周期较长。因此,一般只适用于对变形控制要求非常严格的重要建筑物的预防性加固。

3.3.2 注浆加固

地下连续墙成槽开挖过程中会使得邻近建筑基础下方一定范围的土体产生较大的变形,严重影响邻近建筑物的安全。对于这部分受影响的土体可采用注浆加固,增强这部分地基土的强度,相应提高其地基承载力和压缩模量,以此限制建筑物沉降。注浆加固一般是在保护对象的侧面和底面进行,注浆深度应延伸到主要影响区域以下。但在实际施工过程中,过大的注浆压力会使邻近建筑隆起,不但没能加固土体,反而会使得邻近建筑损坏更严重。另一方面注浆开始时,可能会破坏土体的结构导致土体强度和稳定性降低,地面

会发生不同程度的沉降。因此,有时也可采用多孔间隔注浆和缩短浆液凝固时间来减小邻近建筑因注浆产生的附加沉降。当开挖过程中,如邻近建筑或管线变形超出容许值时,可进行跟踪注浆,使保护对象的变形控制在设计要求之内。需要注意的是,采用注浆加固时,要控制注浆压力和注浆量,保证注浆施工的质量,以免损坏保护对象。

4 结语

目前泰州引江河二线船闸工程已施工完毕,并通过相关验收,经相关检测显示,地下连续墙施工质量良好。通过对本工程施工质量控制研究,在提高了本工程的施工质量的同时,也为以后类似工程施工提供借鉴。本文基于二线船闸实际施工情况并进行了拓展研究,分析地下连续墙成槽施工对周边环境的影响,研究成槽施工中的变形控制措施是很有必要的,地下连续墙成槽施工会引起槽段周边土体变形,对周边环境产生一定的影响,在工程施工中需根据实际情况选择合适的变形控制措施来限制成槽开挖引起的变形,进而控制地下连续墙成槽施工对周边环境的影响。

参考文献:

- [1] 丁勇春. 软土地区深基坑施工引起的变形及控制研究 [D]. 上海: 上海交通大学, 2009.
- [2] 孟维军. 地铁车站地下连续墙处理技术研究及其应用 [D]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学, 2007.
- [3] 秦建兴. 地下连续墙施工过程的质量控制研究 [J]. 安徽建筑, 2012, 03: 125-126+140.
- [4] 周雪莲, 余振栋, 罗云峰, 等. 地下连续墙施工过程中泥浆护壁对槽壁稳定性的影响分析 [J]. 建筑施工, 2014, 12: 1316-1318.

(责任编辑: 王宏伟)