

深基坑施工对地铁盾构隧道的影响分析

李晓亮

中铁十六局集团有限公司, 北京 101100

[摘要]随着现代城市建设规模的不断扩大,很多高层建筑在深基坑施工过程中容易出现建设到地铁隧道上方的情况,尤其是深基坑和地铁隧道距离很小的情况,非常容易产生严重的质量影响。毕竟地铁隧道对于形变控制是非常严格的,因此在深基坑施工过程中,如何避免地铁盾构隧道造成形变是非常重要的。因此文章对地铁盾构隧道工程的特点以及深基坑施工的要点进行了分析,并且针对二者的矛盾问题提出了一定的措施,以避免施工过程中出现严重的安全隐患问题。

[关键词]深基坑施工; 地铁工程; 盾构隧道

DOI: 10.33142/ec.v5i1.5208

中图分类号: U231.3

文献标识码: A

Analysis of Influence of Deep Foundation Pit Construction on Metro Shield Tunnel

LI Xiaoliang

China Railway 16th Bureau Group Co., Ltd., Beijing, 101100, China

Abstract: With the continuous expansion of modern urban construction scale, many high-rise buildings are easy to be built above the subway tunnel in the process of deep foundation pit construction, especially when the distance between deep foundation pit and subway tunnel is very small, which is very easy to have a serious quality impact. After all, the deformation control of subway tunnel is very strict. Therefore, how to avoid the deformation caused by subway shield tunnel is very important in the process of deep foundation pit construction. Therefore, this paper analyzes the characteristics of subway shield tunnel project and the key points of deep foundation pit construction, and puts forward some measures for the contradiction between them, so as to avoid serious potential safety problems in the construction process.

Keywords: deep foundation pit construction; metro engineering; shield tunnel

由于地铁盾构隧道工程相对复杂,而且地铁对于隧道形变控制需求较为严格,因此深基坑的施工很容易对地铁盾构隧道造成很大的影响,所以必须要在深基坑施工过程中必须对地铁盾构隧道的结构展开监控,同时加强对深基坑工程的开展,从而避免因深基坑施工队地铁隧道造成不良影响。

1 地铁盾构隧道工程的施工特点

盾构施工主要利用与对地铁隧道等特殊路段的建设当中,因此必须要了解地铁盾构隧道工程的特点,才能在深基坑和地铁盾构隧道冲突时采取更具针对性的措施。相对于地铁隧道建设的其他方法来说,盾构施工有着以下显著的特点:

1.1 对城市运行以及环境影响小

由于盾构施工法基本都是在低下进行施工,因此只是在竖井处需要建设起一定面积的施工场地外,整个地铁隧道线路根本不会对地上造成影响,所过之处不需要进行拆迁、道路翻修等工作,对于城市的交通状况、居民居住等日常运行几乎不会造成影响。而且盾构施工可以从地下深处穿过地上的建筑物以及诸如山体、河流等自然景观,及时在地下也不会对诸如电缆、光纤等埋设物以及现有隧道

造成不利的影晌。而且低下施工几乎不会对地下水造成影响和污染,也不会因为震动或者噪音给周边的居民带来烦恼。

1.2 适应性强

盾构机基本是按照施工隧道的特点以及地基状况而进行生产设计以及改造的,盾构机的使用一定要根据施工隧道横断面的大小、隧道深埋的条件以及地基围岩的情况进行设计和改造,因此盾构机必须要适应任何施工情况。不过盾构机只适用于某一段隧道的施工,如果盾构机需要对其他隧道进行施工的话,那在施工开始前需要对目标隧道的横断面大小、开挖面的稳定机理以及地基围岩粒径的大小进行考察,并且根据相关数据对盾构机进行相应的改进。

1.3 对精度要求高

与其他的建设工程不同,地铁的盾构施工对于精确度的要求非常高,盾构机管片制作的精确度几乎和机械精确度一直,而且毕竟横断面不可以进行随意调整,因此对于隧道轴线的偏离以及管片拼装的精度也有着极高的要求。

1.4 盾构施工无法后退

盾构施工在开始后便不能后退,因此在施工开始前一定要对路线设计进行多次审核和验收。毕竟管片的外直径要小于盾构机的外直径,如果盾构机需要后退的话,就必须要把已经安装好的管片进行拆除,而这项工作是非常危

险的。而且盾构机后退的话还会引起开挖面失稳、盾尾止水带损坏等严重的问题。因此加强盾构施工的前期准备工作非常重要,除了要对施工图纸进行明确外,还需要制定好对应急事件的解决措施,比如在施工中遇到障碍物或者刀头磨损的情况,施工人员必须要实施辅助施工后再打开隔板上设定的出入口,进入压力舱内部进行快速处理。

1.5 施工成本高

施工成本过高是盾构法最明显的不足之处,不过由于地下的状况相对难控制,尤其是覆土浅的情况,地表的沉降难以控制,因此对于隧道的挖掘也相对比较困难,所以施工难度相对较大,尤其是施工经过特殊地段时,位置的情况和危险更多,施工难度更大,因此必须要合理利用盾构机进行施工,才能确保施工效率和施工质量的稳定性。

为了确保避免地铁盾构隧道因为深基坑工程产生质量的影响,在地铁盾构隧道建设工程中需要按照如下工程标准建设:首先地铁隧道结构设施的绝对沉降量以及水平的位移量一定要小于 20 毫米,隧道变形曲线的曲率半径要小于一万五千米,相对弯曲要小于两千五百分之一,收敛变形要不大于 20 毫米,而且满足地铁盾构隧道设计自身所预留的径向沉降要地域 50 毫米。

2 深基坑施工的施工要点

由于地铁盾构隧道的施工特点,因此深基坑施工很容易对地铁隧道产生巨大的影响,所以在深基坑工程施工过程中,必须要注意如下要点:首先是在降水施工的过程中,必须要先建设起一到两口具有代表性的抽水机井来展开抽水试验,在校对以及核查水文地质设计参数后才能展开其他降水井的施工。管井施工必须要安装相关规定展开施工质量验收工作,实管和滤水管的长度以及井管外侧的回填料高度必须要根据降水井的深度和地质结构以及降水工作需求而确定。管井抽水在开泵三十分钟之后展开取水取样测试,确保水中的含砂率要小于五万分之一,如果抽水数据在三个月以上需要确保含砂率小于十万分之一。而在降水维持运行的阶段需要和土方开挖以及地下室施工展开配合,确保对于抽排水量、地下水位以及环境条件的变化展开控制。

而在深基坑工程施工过程中必须要对附近的影响因素展开全面勘察,尤其是地铁盾构隧道,一定要确保根据实际状况来制定科学合理的施工方案,确保工程管理人员能够根据工程的实际情况来对深基坑工程展开合理的优化。

3 深基坑工程对于地铁盾构隧道的影响分析

深基坑施工由于会对周边环境造成影响,加上开挖工程非常复杂,因此很容易在开挖工程中受到降水施工而造成地下水位和应力场的变化,造成坑底诸如土体隆起、维护结构变形等情况,进而会对地铁盾构隧道产生巨大影响。

3.1 工程概况

本文以一座有四层地下室的建筑工程为例,深基坑的

开挖深度为 17 米,施工现场北部紧邻本市地铁一号线,基坑和地铁的最小间距为 8 米。该工程的深基坑支护利用了钢筋混凝土地下连续墙加二道钢筋混凝土内支撑作为基坑支护体系以及止水帷幕。地下连续墙在临近地铁边的厚度为 800 毫米,由于西南角的地质交叉,因此地下连续墙的厚度高达 1000 毫米,其他各边的连续墙厚度都是 800 毫米,东部和相邻基坑的地连墙为合用状态。为了能够对变形风险进行加强控制,隧道内部的地下水结构在回筑时会保留,直到地下室楼板结构完成之后再行拆除。

3.2 地下连续墙成槽对附件地铁隧道的影响

该项目的基坑靠近地铁隧道利用了 800 毫米厚的地下连续墙作为基坑支护挡土以及止水体系,地下连续墙外壁与隧道结构外壁的距离为 8 米,地下连续墙会比隧道深气密,近距离的地下连续墙成槽施工会对地铁的结构隧道带来一定的潜在影响。根据深基坑支护的设计图纸来说,地下连续墙成槽时的泥浆重度可以去 $\gamma = 12 \text{KN/m}^3$,泥浆面对槽段侧壁的压力可以根据 k 、 γ 、 h 的三角形面的压力来计算,其中侧压力的系数 k 取值 1.0, h 则为泥浆的高度,为了便于模拟计算,泥浆的液面高度取于地面。

再经过精密的计算分析之后,泥浆的侧向压力会根据槽段的深度呈线性显现出逐渐增大的趋势,同时周边土体由于越深土层质量越好,所以静止土的压力随着深处增加变化并不明显。也就是泥浆的侧压力超过某一点深度时将会大于该深度出原始的静止土压力,如果泥浆压力高于同一深度出的静止土压力时,槽段则会向外扩大,隧道也会向着原理槽段的方向移动。

根据此计算我们可以得知,地下连续墙成槽会对隧道造成背向槽段最大位移大概 1.5 毫米左右,不过并没有对隧道管片的内力造成巨大变化,因此地下连续墙的成槽工程相对来说对于地铁隧道结构的影响是非常小的。

3.3 深基坑开挖工程对于地铁盾构隧道的影响

该项目的深基坑地下连续墙外壁和地铁盾构区间隧道结构的外壁最小距离只有 8 米,地铁隧道底埋深度要比深基坑还要浅一米,所以深基坑开挖工程必然会对地铁隧道造成一定的影响。由于施工现场的地质层相对较好,深基坑在开挖的过程中实测地下水位的变化也会低于一米,所以没必要考虑地下水位变化对于隧道位移产生的影响,根据相关数值计算后可以得知深基坑开挖工程对于隧道结构所造成的的位移为 5 毫米,小于相关规定值地铁结构设施最大位移为 20 毫米的规定。不过在实际的测量中,地铁隧道最大水平位移达到了 8.5 毫米,要高于数值分析和计算的结果。

同时在对地下连续墙位移和隧道位移数据进行分析后我们发现,在深基坑工程开挖到 4 米左右,也就是道路第一道基坑底部时,基坑的北方靠近隧道一侧地下连续墙没有出现水平位移,不过此时的隧道最大水平位移已经达

到了 3.6 毫米。隧道的位移包含了水平和垂直位移,造成位移的主要原因还是因为深基坑维护结构编写以及深基坑底部土地的隆起而造成的,其中造成隧道水平位移的主要原因是由于深基坑围护结构出现变形和侧移而引起的。此时深基坑围护的结构并没有产生形变,不过隧道位移却高达 3.6 毫米。因此我们可以推测除了深基坑挖掘能够导致隧道位移之外,还会有其他因素造成的影响,而针对有限元数值分析主要以对理想状态下深基坑挖掘过程对隧道的影响进行模拟,因此并没有考虑到其他因素对于隧道位移所造成的影响,所以由深基坑挖掘所引起的隧道最大位移应当是 $8.5-3.6=4.9$ 毫米,该数据和数值模拟所得到的结果非常相近。

3.4 导致隧道实际位移数值大于模拟数值的原因

对于这类规模较大的地铁隧道模拟模型,通常会利用弹性均质圆环模型,不过实际的盾构隧道管片之间会采用螺栓连接,因此模型和实际情况之间具有一定的差距。而且由于该隧道运营时间过长,目前管片可能存在诸如错台量或者纵缝张开的情况,这对于隧道实际位移数值的影响是非常大的。

虽然深基坑支护的地下连续墙能够兼用作为止水帷幕,不过地下连续墙并不能完全对基岩裂隙水的渗漏问题进行全面阻挡,地下水位出现变化也是影响隧道位移的重要因素之一。深基坑外如果出现地下水渗漏的情况,会冲走土中的细小颗粒,造成土中应力发生变化,土体也会出现压缩固结的情况,这同样也会对隧道位移值产生严重的影响。

数值分析主要是根据相关地址数据资料进行整理和简化展开建模,并且对理想深基坑工程状态进行模拟,同时根据现场的地质变化情况、施工技术情况、施工展开情况以及土方挖掘顺序的不同,也会对隧道的位移造成一定的影响。

在对隧道的内力和位移变化值的分析之后我们可以发现,由于隧道和深基坑底部高程是一致的,深基坑在第二道内撑以下土方工程开挖时,隧道内力变化和位移的变化相对较大。所以当深基坑工程在开挖到第二道内撑之下时,土方开挖工程最好利用分区、分块、分层展开挖掘,一定不能一次性对隧道方向深基坑的大量土体进行挖掘,

而且也不能超过挖掘的范围,必须要根据分层设计展开合理的挖掘。由于深基坑两端所设置的支护结构会产生相互控制的效果,因此深基坑内部以及外部区域和隧道距离较近的地方所产生的形变并不是特别明显,深基坑的挖掘过程中对隧道产生的影响基本上都会控制在深基坑的挖掘宽度范围之内,隧道如果发生位置偏移的情况,基本都会集中发生在深基坑工程的东北方向,毕竟隧道北侧所产生的最大侧向位移基本会受到深基坑中部施工的影响,而且此时工程的地下室结构施工基本以及完成,因此在拆除支撑的过程中,该工程对于隧道位移所产生的影响几乎可以忽略。而且深基坑在建设工程中,很容易因为在地下室浇筑工作完成后由于地下室底板对土地隆起所造成的反压作用对隧道产生一定的影响,隧道内部也会出现轻微形变以及回收的情况,也就是变形会往隧道的原方向发展。

4 结语

总的来说深基坑工程对于附件地铁隧道结构会造成巨大的潜在影响,所以必须要在深基坑施工期间对隧道结构情况展开严格的监管,并且展开一定的防护措施,避免因为深基坑施工对于隧道结构造成重大影响,以确保地铁日常运营的安全。

[参考文献]

- [1]刘庭金.深基坑施工对地铁盾构隧道的影响分析[C].北京:中国土木工程学会第十三届年会暨隧道及地下工程分会第十五届年会论文集,2008.
 - [2]陈旭毅.软土基坑施工对临近地铁盾构隧道影响分析[J].低温建筑技术,2021(11):147-150.
 - [3]黄鹏.深基坑施工对临近地铁盾构隧道的影响研究[J].中国设备工程,2021(21):224-225.
 - [4]杨骏,李夫杰.深基坑施工对临近地铁盾构隧道的影响原理及规律研究[J].南京理工大学学报,2016(4):493-503.
 - [5]张冬梅,黄宏伟,王箭明.地铁盾构施工对相邻深基坑开挖的实测影响分析[J].大坝观测与土工测试,2001(3):19-22.
- 作者简介:李晓明(1987.3-)男,毕业院校:北京交通大学海滨学院;现就职单位:中铁十六局集团有限公司。