

DOI:10.16799/j.cnki.esdqyfh.2022.10.032

沟槽基坑上穿城市地道的影响分析

牟晓伟

(青岛水务集团有限公司, 山东 青岛 266000)

摘要: 随着城市地下空间的发展,各种新建管道基坑与已建地下项目的空间相互影响成为常态,以某新建排水管线沟槽基坑上穿已建城市地道为例进行分析。随着地道上部沟槽土体开挖,土埋深减少,土压解除,垂直荷载减少,地道产生附加变形及附加内力会对地道结构产生不利影响,严重时可导致地道管片破裂、接缝张开。针对抗浮、开挖变形等方面提出保护措施,并通过有限元软件分析土体及结构变形,确保影响控制在允许范围内,为类似的工程设计、分析及施工提供借鉴。

关键词: 沟槽开挖; PLAXIS; 抗浮; 地道变形; MJS 注浆加固

中图分类号: TU992.23

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2022)10-0121-03

1 工程背景

本工程为某综合改造市政配套二期工程,根据规划,本工程范围内城市区域由自排区(直排河道)改为强排区(通过水泵提升后排入河道),本工程根据规划敷设 DN2 200~DN2 400 雨水管,其中 DN2 200 雨水管上穿城市地道工程平面位置见图 1,位于两条道路的交叉口附近。



图 1 穿越城市地道位置示意图

城市地道盾构中心纵断面见图 2,在 DN2 200 雨水管上穿盾构处,地面标高为 4.328 m,盾构段顶部标高为 -6.99 m,底部标高为 -20.94 m,中心标高为 -13.965 m,盾构部分外直径为 13.95 m,隧道内径为 12.75 m,隧道环宽 2 m,采用通用环错缝拼装。

2 设计思路

该新建雨水管采用沟槽开挖的方式敷设,基坑尺寸为 4.8 m 宽度、20 m 长度、5.628 m 挖深度,周边环境复杂,安全等级为三级,因一倍基坑深度范围内有城市盾构段,故环境保护等级为一级,该基坑底

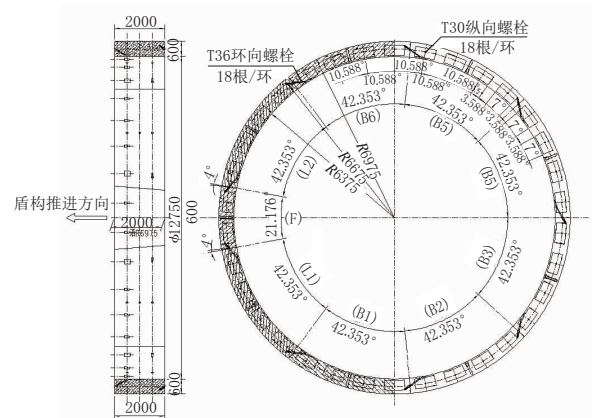


图 2 圆形隧道盾构中心纵断面示意图(单位:mm)

部距离盾构段的垂直距离为 5.69 m。DN2 200 管道上穿城市的沟槽平面和剖面见图 3、图 4。

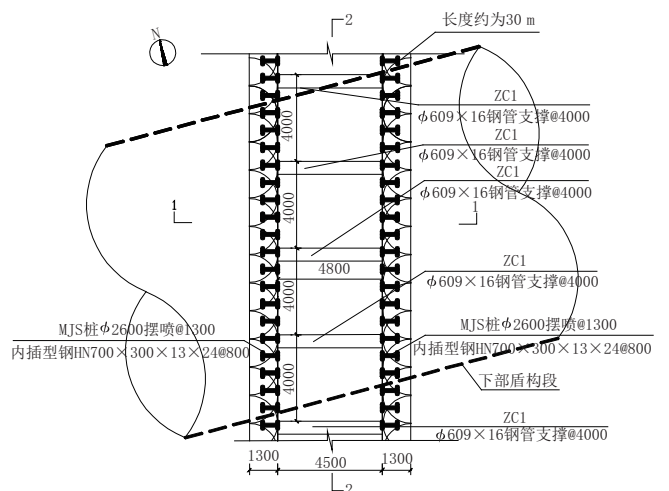


图 3 上穿城市地道基坑围护平面布置图(单位:mm)

采用沟槽开挖的形式,两侧用 MJS 桩 $\phi 2\ 600$ 摆喷 @800,内插型钢 HN700 $\times 300 \times 13 \times 24$,坑底至地面上用 MJS 桩满堂加固,沟槽开挖至最底处时底部有三米厚 MJS 加固。内部支撑采用 $\phi 609 \times 16$ 钢管支

收稿日期: 2022-05-23

作者简介: 牟晓伟(1969—),女,学士,高级工程师,从事水处理行业建设管理、造价控制等工作。

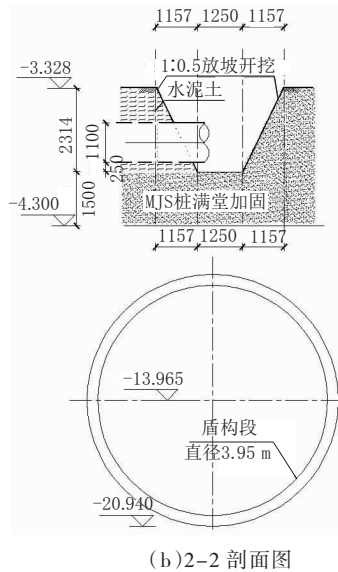
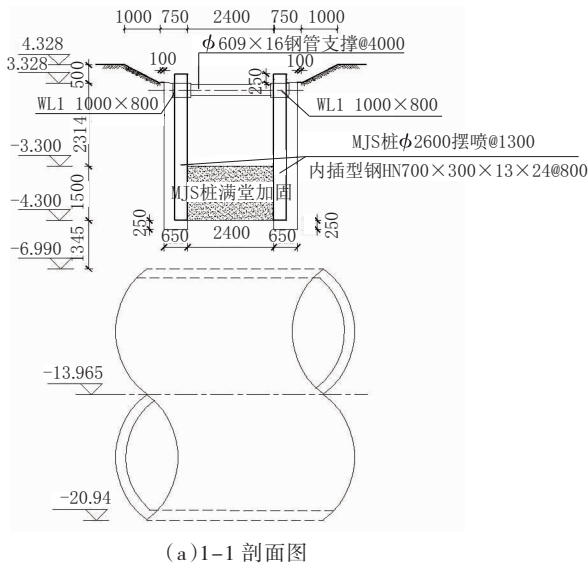


图4 上穿城市地道基坑围护剖面图(单位:mm)

撑 @4 000,每隔 4 m 设置一道内支撑,内支撑的长度为 4.8 m。

3 抗浮设计

上穿城市地道基坑开挖对下部隧道抗浮可能产生影响,若一次性整体开挖,使得底部城市地道上部覆土减少从而引起上浮,故采用分段开挖来控制地道的上浮。分段开挖^[1]必须严格控制基坑一次性开挖长度,见图 5。因此,该基坑施工流程如下:

(1)首先测量拟建工程场地,并按设计图纸的标高要求平整场地。

(2)地面上放坡开挖,开挖基坑两侧采用 0.5 : 1 放坡。

(3)两侧用 MJS 桩 φ2 600 摆喷 @1 300,基坑两侧插入型钢 HN700 × 300 × 13 × 24@800。地面上 MJS 桩满堂加固施工。

(4)加固完成后,开挖至标高 2.428,然后浇筑钢筋混凝土围檩,钢管支撑施加 10 kN 预加力。围檩中心标高 2.928。

(5)待围檩达到设计强度后,基坑内部分段开挖至标高 -1.300。沟槽开挖时,开挖基坑两侧沿管道敷设方向采用 1 : 0.5 放坡。每段开挖时长不得超过 1 d,总时长不超过 12 d。

(6)随着管道的敷设完毕,利用水泥土回填压实,坡率 1 : 0.5,确保每次开挖基坑底部的每段纵向长度不大于 2.5 m。

(7)施工过程中,DN2 200 管道内部堆积不少于管道一半体积的沙袋。

(8)施工过程中,地下水位控制在 3.328 以下。

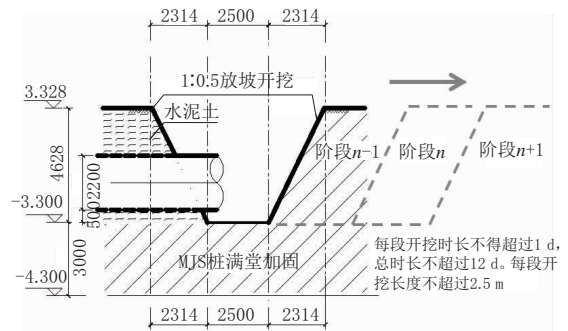


图5 上穿城市地道基坑开挖示意图(单位:mm)

抗浮设计分为两个工况,分别为施工过程中和施工完成后。施工过程中当未采取任何有效抗浮措施时,抗浮系数计算得 $0.73 < 1.05$,整个地道抗浮破坏。当考虑了沙袋堆压和分段开挖、水泥土分段回填的有利因素,抗浮系数为 $1.08 \geq 1.05$,工况抗浮满足要求。施工完成后撤去所有沙袋,同时考虑了水泥土回填完整的有利因素,抗浮系数为 $1.138 \geq 1.05$,抗浮工况满足要求。

通过对比分析采取措施前后计算结果可以得到当采用分段开挖的方法,严格控制每段开挖的时间,并在管道施工过程中在管道内部堆积沙袋,同时回填土采用密度较大的水泥土等措施,可以有效避免已建地道受到浮力而破坏。

4 变形分析

新建管道采用沟槽开挖的方式埋设,沟槽开挖会对轨道交通区间地道产生一定的影响。隧道上部河道土体开挖,隧道埋深减少,土压降低,垂直荷载下降,隧道产生附加变形及附加内力会对盾构结构产生不利影响,严重时可导致地道盾构管片破裂、接缝张开,影响地道车辆通行^[2]。

为分析沟槽开挖对地道变形的影响,采用 Plaxis 3D 有限元软件对上穿城市分析,本模型考虑施工时可能出现回填土不及时,按最不利工况(没有回填)进行计算^[3,4]。为减小边界对模拟结果的影响,根据隧道埋深和周边环境,计算范围设置如下:模型深度为 100 m,水平向 120 m。沟槽设计底高程与隧道拱顶的距离约为 5.69 m,地下水位线位于地表以下 0.5 m。在土体初始应力平衡后将基坑开挖分为 8 个工况分步计算:城市地道盾构施工完成;城市地道内部清空土体并降水;地面上放坡开挖,并插入型钢;MJS 土体满堂加固;基坑内部降至指定水位线;沟槽开挖至第一道支撑下部指定位置;第一道支撑施工;沟槽开挖至基坑坑底部,开挖完毕。

土体采用三角形单元;围护结构、邻近基础、工程桩采用梁单元;地道采用板单元;内支撑采用弹簧。考虑围护结构、邻近基础、工程桩和隧道与土体共同作用。在管线相应位置建立节点,来间接反映基坑开挖对地下管线的影响(即不考虑管线自身的刚度影响)。围护结构与土之间设接触面单元。该模型在岩土工程中应用较多。计算中不同分层土体的重度、粘聚力、摩擦角等参数由勘察报告提供,弹性模量则根据大量类似工程的监测数据反演得到。模型^[5]的四周边界施加水平方向位移约束,模型见图 6,结果见图 7、图 8。

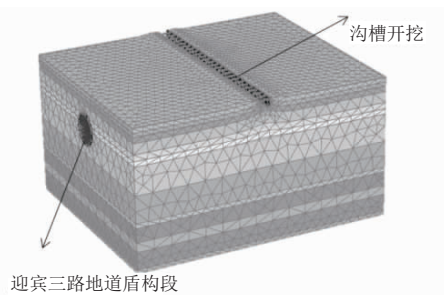


图 6 Plaxis 3D 计算模型

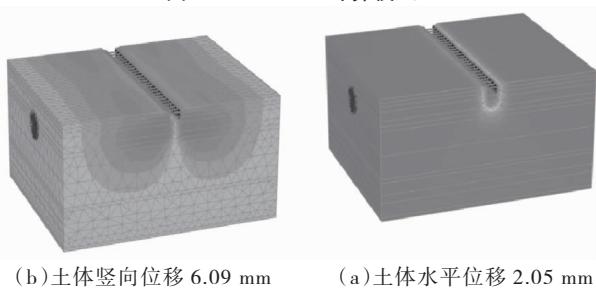


图 7 Plaxis 3D 模型变形云图

经仿真计算,城市地道处土体的最大竖向位移为 6.09 mm,最大水平位移为 2.05 mm。根据《建筑基坑工程监测技术标准》(GB 50497—2019)及地方标准,最大侧向位移限值为 0.18%倍基坑深度即 10.13 mm,

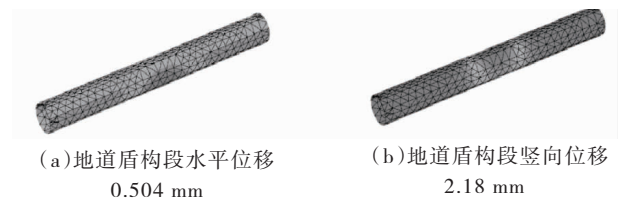


图 8 城市地道变形云图

最大沉降限值为 0.15%倍基坑深度即 8.442 mm,变形均满足要求。因该地道形式与地铁盾构相似,根据《建筑基坑工程监测技术标准》(GB 50497—2019)并参考地铁保护技术标准,下部地道结构变形应小于 20 mm。有限元结果得出该城市地道水平位移 0.504 mm,竖向位移 2.18 mm,土体的水平位移和竖向满足下部地道变形小于 20 mm 的要求^[6]。

5 结论

(1)城市地下新建管道施工中,新建管道从上部穿越较大的已建地道时,易使地道的承受较大的浮力而破坏。针对这种问题,建议采取分段、分层、限时开挖,避免超挖,减小隧道的变形量,并可以在管道施工过程中在管道内部堆积沙袋,同时回填土采用密度较大的水泥土等措施,可以有效避免已建地道受到浮力而破坏。

(2)由于新建管道沟槽开挖产生土体变化,从而引起既有地道结构的变形。针对这种问题,采用有限元分析的方法,通过验算最不利工况(没有回填),考虑基坑底部采用 MJS 注浆加固的影响,判断开挖对既有结构的竖向隆起变形和水平位移,通过有限元计算结果与限值比较从而确保既有结构物的安全性。

(3)对于地下新建工程穿越既有结构物,若变形或抗浮不满足要求时也可进一步采用扩大 MJS 注浆使用范围、施工期间沟槽旁放置施工机械等措施,相应措施有待于进一步研究。

参考文献:

- [1] 曾泽民. 地铁车站上方隧道施工对车站抗浮影响分析及对策研究[J]. 工程技术研究, 2021, 82(2):28-30.
- [2] 邢江朋, 梁东, 张敬东, 等. 基于 PLAXIS 3D 的深基坑支护效果分析[J]. 重庆建筑, 2021, 208(2):28-31.
- [3] 赵良云. 两侧深基坑开挖对邻近地铁隧道的影响和保护措施研究[J]. 建筑施工, 2020, 356(12):2250-2254.
- [4] 项忠贤. 基坑开挖对临近明挖暗埋隧道竖向变形的影响机理[J]. 人民交通, 2019, 380(9):80-81.
- [5] 张建斌. 土岩起伏地层地铁隧道受上部卸荷影响的变形响应研究[J]. 隧道建设(中英文), 2019, 229(8):1247-1254.
- [6] 舒静. 基于 PLAXIS 的河道开挖对盾构隧道的影响及保护措施研究[J]. 上海水务, 2021, 141(1):9-12.