

双顶管施工下穿既有电力方涵的安全影响分析

吴至帆

[上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司, 上海市 200092]

摘要: 为了减少对地下构筑物安全的影响, 非开挖的管线施工方式已成为市政给排水管道的最佳施工方案之一。依托南昌市某新建道路排水工程, 通过有限元数值模拟分析, 分析了双顶管施工对上部既有电力方涵结构的影响。研究表明: 双顶管同时并行施工和单一先后施工对既有结构沉降的影响有着差异, 且双顶管同时并行施工产生的影响更大。在实际工程中, 因为工期等综合因素, 也可采用双顶管施工, 但是需加强施工期间对于既有构筑物结构沉降的监测, 并做好相关的保护措施。

关键词: 顶管; 有限元; 沉降

中图分类号: TU7

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2021)05-0226-03

0 引言

随着我国市政道路的增多, 城市路网不断加密, 地面以及地下的(建)构筑物、管线越加复杂, 采用明挖法施工敷设新的地下管线的方案越来越困难。为了减少对地下构筑物安全的影响, 非开挖的管线施工方式已成为市政给排水管道的最佳施工方案之一^[1]。顶管施工技术的主要优点是对周围环境影响小、综合成本较为经济、施工工期较短等。但是随着顶管尺寸、数量的增加, 顶管施工所产生的路面沉降的问题也日益突出。如果顶管下穿工程的施工, 不能有效地控制沉降、变形, 那么会很容易对既有的地下构(建)筑物的结构产生影响, 从而造成安全隐患。

本文以南昌市某新建道路排水工程(以下简称本工程)为背景, 采用 Midas/GTS 软件进行三维数值模拟, 结合其他研究人员的结论进行验证, 对排水管道顶管施工下穿时的上部电力方涵结构的变形进行了分析, 以期指导本工程实施, 也为今后类似工程设计施工提供参考。

1 工程概况

本工程原排水设计方案为 4.5 m × 1.5 m 雨水箱涵, 基坑深度开挖约为 7 m, 基坑支护采用 12 m 长拉森钢板桩明挖支护方案。然而基坑开挖过程中, 发现该箱涵排入河道出水口段上部存在一处 5.15 m × 1.8 m 电力方涵, 电力方涵为钢筋混凝土结构, 方涵

内有电力缆线, 涵顶距离现状路面下约 60 cm, 横跨本工程该段雨水箱涵施工范围。因此, 根据现场实际条件, 对原设计方案进行调整, 采用 2 根 DN 2000 钢顶管下穿电力方涵后, 排入河道。双顶管间净距为 2.5 m, 顶进长度为 12 m, 顶管工作井内净尺寸为 8.9 m × 5 m, 工作井基坑采用拉森钢板桩 + 内支撑的支护方式。顶管工程平面位置关系见图 1, 剖面竖向位置关系见图 2。

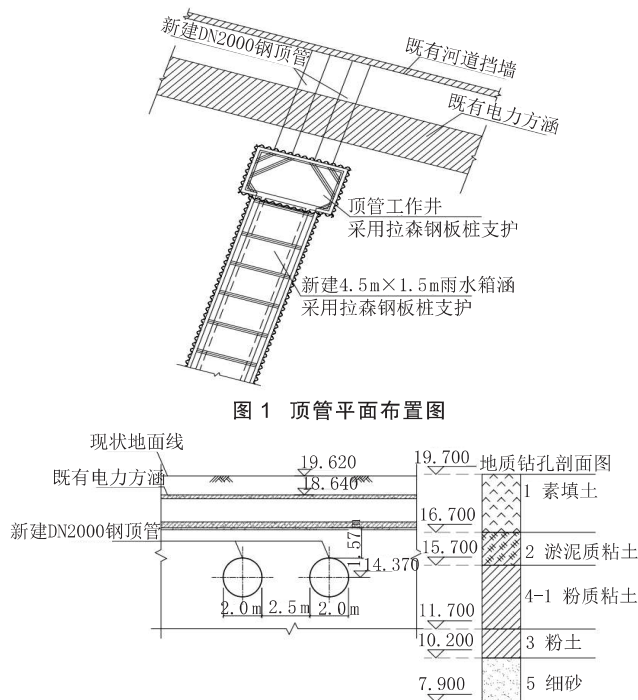


图1 顶管平面布置图

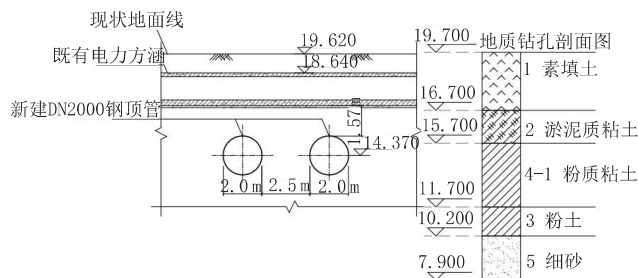


图2 顶管剖面图(单位:m)

工程拟建场地地貌单元属赣抚冲积平原赣江 I 级堆积阶地。地层构成主要由第四系上更新统冲积相粘性土及砂砾层和第三系下统新余群粉砂岩组成。土层分布自上而下依次为: 1 层素填土: 主要成分为粘

收稿日期: 2020-11-23

作者简介: 吴至帆(1991—), 男, 硕士, 工程师, 从事地下工程的设计研究工作。

性土,少量碎石、细砂;2 层淤泥质黏土:软塑,工程地质特性较差;3 层粉土:干强度、韧性低;4-1 层粉质黏土:干强度、韧性中等,底部砂性重;4-2 层粉质黏土:干强度、韧性中等,底部砂性重;5 层细砂:颗粒大小均匀,级配差。根据区域水文地质条件及本次勘察查明,拟建区间地下水类型主要为上层滞水、第四系松散岩类孔隙潜水和基岩裂隙水三种类型,场地混合稳定水位埋深 7.25 m,混合稳定水位标高平均值为 12.76 m。本工程 DN 2000 钢顶管主要在 2 层淤泥质黏土及 4-1 层粉质黏土层内顶进施工。各土层相应物理参数详见表 1。

表 1 主要土层物理参数

编号	土层名称	容重 /(kN·m ³)	粘聚力 /kPa	内摩擦角 /(°)	压缩模量 /MPa
1	素填土	17.5	5	10	4.5
2	淤泥质黏土	17	8	10	3.1
3	粉土	18.5	9	18	10
4-1	粉质黏土	19	21	15	6.5
4-2	粉质黏土	19	33	13	7.5
5	细砂	19.5	0	20	12

2 三维模拟模型建立

2.1 建立有限元模型

采用 Midas GTS 有限元分析软件建立三维有限元模型见图 3、图 4。综合考虑本项目的整体范围,模型长度为 100 m,宽度为 50 m,高度为 35 m。土层采用摩尔库伦模型,三维实体单元,顶管管节采用线弹性模型,板单元^[2]。

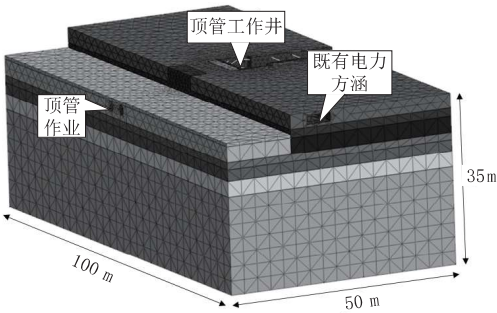


图 3 三维模型整体示意图

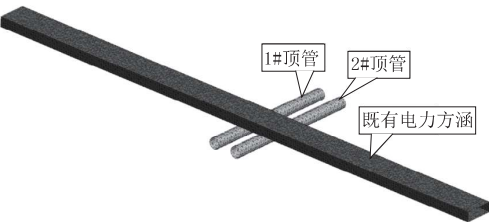


图 4 顶管模型图

2.2 计算假设

结合本工程实际情况及参考其他研究人员对顶管施工的模拟研究论著^[2-4,7],对顶管模拟模型做出如下假定:

(1)土体模型采用基于摩尔-库伦模型,土层为均质、各向同性、理想弹塑性体;土体模型的侧边和底边施加位移边界条件,均为法向约束,而模型顶面为自由边界不约束位移;

(2)顶管结构采用各向同性的线弹性体,不考虑管道接头的影响;

(3)为简化计算,采用圆形均布荷载模拟顶管正面推进力,地层损失沿管道轴向均匀分布;

(4)顶管顶进过程中只考虑顶进空间位置的变化,不考虑土体时间效应;

(5)顶管施工过程中引起的土体损失率为根据地质与地区经验估算:本工程顶管位于粉质黏土层中,土体损失率一般为 0.5%~2.5%。

2.3 计算工况

由于考虑到顶管施工的各个阶段都会对路面及周围构筑物产生一定的影响,因此本次分析仅模拟顶管顶进施工过程,工作井基坑在顶管顶进前已施工完成^[6]。计算工况主要分为:(1)未施工前的原始应力状态;(2)1# 顶管与 2# 顶管分先后顺序进行施工作业(暨 1# 顶管施工完毕后再施工 2# 顶管);(3)两根顶管同时施工作业。在不同工况下得到对应的既有电力方涵的沉降数据,绘制其变化曲线,并进行分析。

3 结果分析

顶管施工引起路面沉降或结构变形的过程是一个较为复杂的过程,其中包含了变形的传递以及应力的传递。顶管顶进施工时会首先引起顶管周围的应力产生变化,而后应力重新分布的过程引起周围土体的变形甚至破坏^[4]。

当 1# 顶管与 2# 顶管分先后顺序依次顶进施工时,既有电力方涵的沉降值见图 5。由图中可得,整个施工过程中对电力方涵产生的沉降值基本呈现为正态分布。1# 顶管施工时,电力方涵的最大沉降值为 4.2 mm,而 2# 顶管顶进时的电力方涵最大沉降值为 7.5 mm。2# 顶管作业时产生的影响更大。

当 1# 顶管与 2# 顶管同时顶进施工时,既有电力方涵的沉降值见图 6。由图中可知,整个施工过程中对电力方涵产生的沉降值基本呈现为正态分布。2

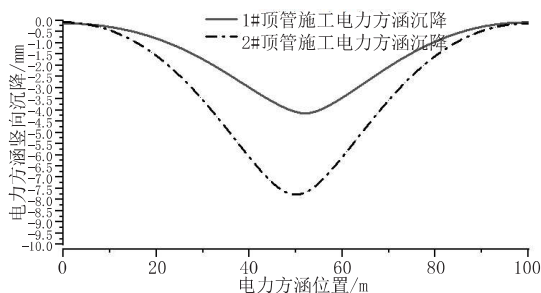


图5 双顶管依次顶进引起的电力方涵沉降曲线图(单位:mm)

根顶管同时施工时,电力方涵的最大沉降值为8.5 mm,大于分先后顺序施工产生的沉降值。

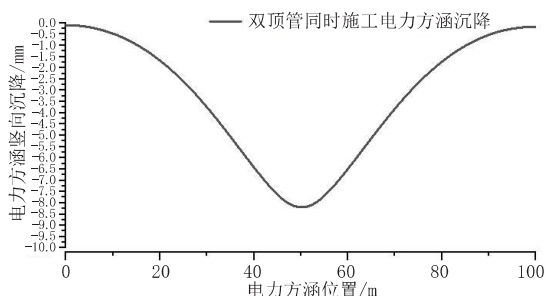


图6 双顶管同时顶进引起的电力方涵沉降曲线图(单位:mm)

参考规范《给水排水工程顶管技术规程》(CECS 246:2008)中第13.2.4条款:顶管造成的地面沉陷不应造成道路开裂,公路沉陷量小于或等于20 mm。考虑此电力方涵的重要性,结构沉降变形的控制值取为10 mm,因此,模拟计算得出的电力方涵沉降值可满足相关要求。

综上所述,并排的多根顶管同时作业对既有电力方涵产生的影响大于单一顶管施工所产生的影

响,但是其中的差值并不特别大。

4 结论

本文依托南昌市某新建道路排水工程,通过有限元数值模拟分析,分析了双顶管施工对上部既有电力方涵结构的影响。研究表明:双顶管同时并行施工和单一先后施工对既有结构沉降的影响有着差异,双顶管同时并行施工产生的影响更大。在实际工程中,因为工期等综合因素,也可采用双顶管施工,但是需加强施工期间对于既有构筑物结构沉降的监测,并做好相关的保护措施。上述规律与结论,对于今后双顶管下穿既有构筑物过程中的变形控制及周边环境影响评估具有一定的参考价值。

参考文献:

- [1] 苏越,张敏,李更召,等.顶管施工引起地表竖向变形分析[J].水利与建筑工程学报,2019,17(3):208-211.
- [2] 陈小丹,马勇,邓义钊,等.污水管顶管下穿东深供水渠的安全影响分析[J].广东水利水电,2020(2):99-102.
- [3] 项婉,刘仰鹏,阎岩,等.顶管下穿既有热力隧道的的影响分析[J].区域供热,2019(6):74-82.
- [4] 卢妙丹,周立.四条圆形顶管并行下穿南环高速公路数值模拟分析[J].黑龙江交通科技,2018(7):35-36.
- [5] 林国新,陈孝湘,张礼朝.双线大口径顶管顶进对桥梁基桩影响的数值模拟研究[J].施工技术,2016(12):178-181.
- [6] 张建安.矩形顶管顶推力对上部地表位移影响规律研究[J].城市道桥与防洪,2017(8):266-278.
- [7] 魏纲.盾构隧道施工引起的土体损失率取值及分布研究[J].岩土工程学报,2019(9):1354-1361.

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

投稿网站: <http://www.csdqyfh.com> 电话:021-55008850 联系邮箱: cdq@smedi.com