

城市道路管廊周边塌陷处理方法设计研究

张明军,朱武权,吴平

(中国市政工程西北设计研究院有限公司,甘肃兰州730000)

摘要:近年来,随着国家经济的快速发展,城市基础设施建设突飞猛进,城市综合管廊的建设迎来了新的建设高潮,呈现出管廊建设层次不齐,管廊建设与周边工程建设时序错差,造成管廊外侧工程病害频发。通过对综合管廊两侧虚填造成道路塌陷的处理方案进行研究,对压力注浆法、强夯法、开挖分层填筑法三种处理方案进行比选,总结三种方案的适用性和经济性,为管廊道路塌陷的处理提供了有益的参考。

关键词:城市道路;综合管廊;塌陷;压力注浆法;强夯法;分层填筑法

中图分类号:U418

文献标志码:B

文章编号:1009-7716(2023)12-0044-03

0 引言

随着国家经济的快速发展,城市道路建设迎来了新的发展时期,但因城市道路的快速建设,急功近利,忽略了地上地下同步协调发展,建设标准层次不一,造成城市道路反复开挖、部分城市内涝、道路塌陷等一系列问题。“十三五”初期,为了城市道路健康发展,解决城市基础设施引起的历史欠账问题,国家相继出台了《国务院办公厅关于推进城市地下综合管廊建设的指导意见》(国办发〔2015〕61号)、《国务院办公厅关于推进海绵城市建设的指导意见》(国办发〔2015〕75号)等政策性文件,鼓励新建城市道路建设地下综合管廊和海绵城市^[1]。

因投资单位、资金来源等存在差异,地下综合管廊和城市道路工程建设不同步。有些道路建成后,要开挖施工管廊;有些管廊建成后才施工道路。因综合管廊和城市道路施工存在时序偏差,城市道路和管廊均完工后,管廊周边塌陷等病害逐渐出现。

本文基于对某项目综合管廊建设先行、道路建设随后而产生的管廊周边回填不密实,道路施工时忽略管廊周边路基施工质量而造成的管廊周边塌陷问题的处理方案研究,最终确定可行的处理措施。

1 工程概况

某道路工程位于西北地区。道路全长1.3 km,道路宽33 m。道路北侧设计有综合管廊,位于人行道

下(见图1)。综合管廊于2019年完成施工。其余周边环境相对简单。

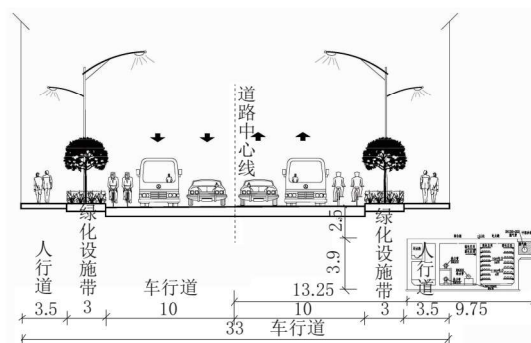


图1 道路管廊标准横断面图(单位:m)

地下综合管廊采用三舱形式,管廊断面为9.75 m × 3.90 m,廊顶覆土2.9 m。管廊主体采用现浇施工。

根据地质报告,拟建道路工程部分为Ⅱ级(中等)自重湿陷性场地,部分为Ⅰ级(轻微)非自重湿陷性场地。

本道路工程项目包含道路、给排水支管、照明、交通和绿化等,给排水主管已在管廊内敷设。

2 道路管廊周边塌陷问题

项目于2021年7月完成道路主体结构,正值雨水较多的季节。9月底,道路在管廊影响区域内出现局部塌陷问题(见图2)。道路塌陷有3处,约400 m²,都位于靠近管廊侧。经综合研判,造成道路塌陷的原因主要有以下几个方面:

(1)管廊施工完成后,管廊开挖断面回填时,未按设计要求进行逐层碾压,属虚填。

(2)道路施工时,对原有路基压实度测量不准确,只检测了主车道压实度,未考虑绿化设施带和人行道

收稿日期:2023-01-17

作者简介:张明军(1987—),男,本科,高级工程师,从事城市道路设计工作。



图 2 道路塌陷图

部位的压实度。

(3)道路施工填筑材料不符合设计要求,本项目塌陷区域路基属于Ⅱ级(中等)自重湿陷性场地,且填料选择为未消除湿陷性的黄土进行填筑(见图3)。



图 3 塌陷区原填料图

(4)道路板块间连接处处理不到位,路缘石边存在渗水现象,造成路基遇水湿陷。

3 塌陷问题处理方法

3.1 压力注浆法

如今建筑行业中,压力注浆技术已经非常成熟,在道路病害问题处治工作中发挥着重要的作用。其主要原理是在压力作用下将液浆挤压并渗透到道路路基路面的裂缝或者软弱区域中,从而通过置换、填充、挤压等手段,优化土体的力学性质,达到路基路面稳定性、安全性的目标。

本设计拟采用梅花形注浆孔布置,注浆孔间距管廊外壁为 0.75 m,孔间距为 1.0 m,注浆深度至廊体以下 1 m。采用水泥浆渗透和劈裂注浆,水灰比为 0.75 : 1,水泥采用 P.O42.5 号普通硅酸盐水泥。为

提高凝结速度,可在施工时加入 1% ~ 3% 的水玻璃。水玻璃模数宜为 2.5 ~ 3.3,且不溶于水的杂质不超过 2%,注浆压力控制在 0.3 ~ 3 MPa。以上参数均需要做现场试验进行验证和校核。钢花管采用 $\phi 63.5 \text{ mm} \times 3 \text{ mm}$ 无缝钢管,搭板以下沿钢管轴线螺旋式等间距对称钻出浆孔眼,间距为 10 cm,出浆孔眼直径 6 ~ 7 mm。钻眼宜用机械式台钻,不得用烧焊的方法^[2]。孔眼用胶带临时密封,钢管底部用钢板焊接密封。注浆顺序为:先压注外排孔,再压注内排孔,最后压注中间孔;采用跳孔施工。道路路基注浆设计图见图 4。

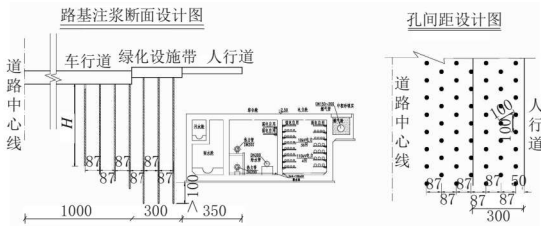


图 4 道路路基注浆设计图(单位:cm)

3.2 强夯法

强夯法又称动力固结法,利用起吊设备,将 8 ~ 40 t 的重锤提升至 5 ~ 40 m 高处使其自由下落,依靠强大的夯击能和冲击波作用夯实土层。强夯法主要用于砂性土、非饱和黏性土与杂填土地基。对非饱和的黏性土地基,一般采用连续夯击或分遍间歇夯击的方法^[3]。并根据工程需要通过现场试验来确定夯实次数和有效夯实深度。

本设计因道路塌陷面积较小,并且成条状,将原有道路路面结构开挖至路床顶面后,整平路床顶面,采用三角状布置夯击点,每个点位大约需要 3 ~ 5 次夯击,最后一击下沉量必须小于 30 mm,强夯主夯能级拟采用 6 000 kN·m,满夯拟采用 4 000 kN·m。夯击点位布置时一定要避开管廊廊体。道路路基强夯设计图见图 5。

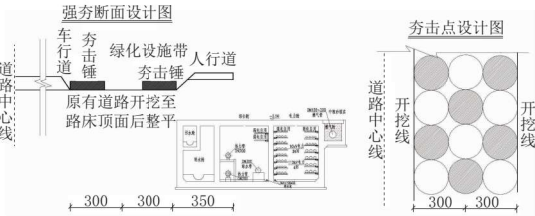


图 5 道路路基强夯设计图(单位:cm)

3.3 开挖后分层填筑法

分层填筑法指按一定的厚度一层一层地铺筑,逐层压实的方法,常用作基础比较平坦的建设工程中。

本设计采取将道路塌陷部分开挖至管廊主体结构基础面,开挖底面宽度为 3.0 m,边坡放坡 1 : 0.5,

然后采用天然砂砾分层填筑,用压路机碾压密实,填筑分层厚度不大于 50 cm。路床以下 1.5 m 范围内,压实度不小于 92%,路床填筑采用 3:7 灰土进行填筑,路床与路面结构层间铺设一层三向土工格栅,每侧搭接至少 1.0 m(见图 6)。

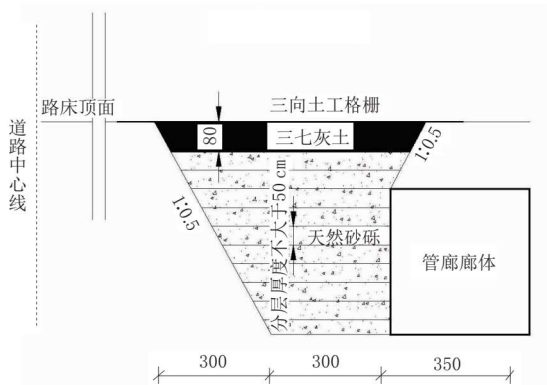


图 6 分层填筑设计图(单位:cm)

4 处理方法对比

依据上节确定的处理方案,对三种方法进行适用性和经济性比选,详见表 1。

表 1 处理方法经济性对比

处理方法	处理面积 / m ²	工程投资 / 元
压力注浆法	400	606 600
强夯法	400	137 140
分层填筑法	400	246 850

压力注浆法注浆设计浆液扩散半径、容许注浆压力、注浆布孔方式等参数相互联系,并且与路基土体的渗透性密切相关。因此,计算比较困难,需要通过试验确定注浆参数。本工程面积较小,实验确定参数成本较高,且施工工期长,理论投资大。

强夯法一般用于处理深度较深、比较空旷的场地。对于大面积虚填场地而言,施工费用低,投资较少,比换土回填节省 60% 费用。本工程处理面积较小,采用强夯法对于管廊主体及两侧地块建筑略有影响。

分层填筑法施工难度低,在工程基础施工中常用。对于作业面较小的基础工程,采用分层填筑法,容易控制施工质量,施工费用低。本工程管廊周边塌陷处理面积小,逐层填筑并压实,工程质量容易把控。

5 工程应用

某工程管廊周边部分塌陷约 400 m²,经过多方案比选,最终确定采用分层填筑法进行路基塌陷处理。

(1) 塌陷区开挖。破除路面结构层后,采用机械挖至管廊顶部。然后由人工开挖至管廊基础,开挖放坡采用 1:0.5,基底开挖面不小于 3.0 m。

(2) 填料选择。选用合适的天然砂砾。天然砂砾粒径不宜大于 20 cm,且含水率位于 12%~18%。

(3) 基底压实。采用小型压路机对基底进行压实,压实度不小于 90%,压实度达不到要求时应进行多次反复碾压。

(4) 分层填筑。分层填筑天然砂砾,分层厚度不大于 50 cm,管廊侧墙 100 cm 范围内需要人工采用蛙式打夯机碾压密实,注意对廊体侧墙防水层的保护。

(5) 灰土填筑。分层填筑至路床底面时,在路床范围 80 cm 内,填筑 3:7 灰土,以增加路面水渗透至路基内部。

(6) 路面施工。路面结构施工时,在路床顶面铺设一层三向土工格栅,土工格栅两侧需搭接至少 1.0 m,后进行水稳基层和沥青面层的施工。

应用上述处理方法,处理完后半年时间,管廊周边再无出现新的病害,处理效果较好。

6 结 语

本文通过对管廊周边塌陷问题的分析,提出了具体的处理设计方法,并依据处理方法的适用性和经济性进行比选,以选出合理经济的处理方法。同时得出以下结论:

(1) 路基处理应根据具体工程、具体病害选择可行、合理、经济的处理方法。

(2) 经某管廊周边塌陷工程实践验证,本文提出的处理方法是可行的,为类似工程提供了一定的参考。

参考文献:

- [1] 王恒栋.我国城市地下综合管廊工程建设中的若干问题[J].隧道建设,2017,39(5): 523-528.
- [2] 李海龙,乔稳超,石立国,等.综合管廊基坑回填设计与施工工艺研究[J].施工技术,2017,11(上): 90-93.
- [3] 申兆汀.道路采空区强夯法与注浆法处治对比研究[D].郑州:郑州大学,2017.