

浅析道路路基脱空维修方案决策方法

卢建光, 庞晓明

(上海浦东建设股份有限公司, 上海市 201206)

摘要: 总结提出道路路基脱空维修工程方案可采取调查研究法、对比分析法相结合的综合技术决策方法。主要通过道路相关资料查阅和现状调查, 提出相应的检测内容和检测方法, 对现场进行检测, 根据检测结果开展道路路基脱空修复方案研究, 并从施工工艺、施工周期、交通影响、工程投资、碳排放等方面进行技术、经济、社会影响和环保等方面的比选分析, 提出最终技术方案。

关键词: 道路路基; 道路修复; 路基脱空

中图分类号: U416.1

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2024)11-0221-04

0 引言

近年来, 城市道路路面局部沉降和坍塌现象时有发生, 对道路设施的正常运行产生了一定的影响, 有些甚至导致车辆和行人的交通事故, 造成一些不利社会影响。

实践表明, 道路路面局部沉降和坍塌现象主要是由于道路路面结构下的路基沉降或脱空引起, 而导致路基沉降或脱空的主要成因则较为复杂, 目前初步归纳主要有以下几点: 原道路路基、管道、窨井等施工时, 未按要求进行路基分层和充分回填并压实而导致的路基沉降或脱空; 排水管道设施运营年限较长, 局部存在开裂、破损、错节或渗漏等问题, 造成管顶或管侧的水土流失, 并最终导致路面结构下方、管道上方形成道路路基的空洞^[1]; 地下公用管线、两侧地块地下建筑结构施工引起道路路基沉降或脱空; 路面开裂造成路基水损害往下衍生引发的土体沉降或路基脱空等。道路路基脱空引发的路面坍塌实例见图 1。

近年来, 各地路政管理和养护部门已加大重视对道路路基脱空病害的检测、判定、预防和治理工作。由于普查、研判和维修工作量大, 以逐步推进的方式开展, 因此仍存在一些突发性的道路路基脱空维修或抢修工作。道路路基脱空维修是一门系统性技术工作, 需要全面排查, 系统诊断, 科学决策。

本文结合笔者近年来参与的上海市类似工作实



图 1 道路路基脱空引发的路面坍塌实例

践, 梳理道路路基脱空维修工程的前期调查、现场检测、技术方案研究过程, 总结决策方法, 以期在今后相关工作提供一些经验借鉴。

1 决策方法

针对道路路基脱空维修, 目前一些地区往往在工作中采取经验决策法, 主要依托管理单位技术人员个人经验或行业专家个人经验进行判断与决策, 存在一定的不足。

通过多个项目经验总结, 提出道路路基脱空维修方案综合技术决策方法, 是以采取调查研究法和对比分析法相结合的一种方法。另外还可以增加专家咨询法以进一步加强决策基础。

(1) 调查研究法是通过资料收集、现场调查、专业设备检测等多种方式和手段, 收集和分析各种技术方案所需的相关数据和信息。调查研究法可以帮助决策者更全面地掌握现状问题, 从而为制定更加科学、合理的技术解决方案提供决策依据。

(2) 对比分析法是通过不同技术方案的技术性、经济性、社会影响程度等多方面进行对比和分析,

收稿日期: 2023-12-15

作者简介: 卢建光(1979—), 男, 学士, 高级工程师, 从事市政和建筑工程建设管理工作。

评估各技术方案的优劣。对比分析法可以帮助决策者筛选出最优的技术方案,同时避免不必要的风险和浪费。

(3)专家咨询法是通过邀请一位或多位行业领域内有经验的技术专家或顾问,对各种技术方案进行专业评估,获取他们对该类技术问题和解决方案的专业意见和建议。

调查研究法、对比分析法相结合的综合技术决策法的主要技术路线是:收集道路相关前期资料,对现状路况和病害进行细致调查,提出相应的检测方法,开展较为全面的检测,在此基础上针对性地开展道路路基和路面修复方案研究,并从施工工艺、施工周期、交通影响、工程投资、碳排放等方面进行技术、经济、社会影响和环保等的比选和分析,最终决策并提出实施方案。若有需要开展专家咨询的,则另行组织和开展专家咨询以提供专业意见和建议供决策^[1]。

2 工程应用研究

2.1 项目概况和现场调查

以上海市某道路路段为例,现场发现有路面病害,具体目测表现为道路路面局部沉降,尚未出现路面坍塌,疑似为路基脱空引起。运用调查研究法对实地踏勘调查,经调查,路面整体沉降位于车行道内,面积约 120 m²,纵向长度约 20 m,横向宽度约 6 m,路面最大处沉降约 8~10 cm。路面沉降点示意图 2。

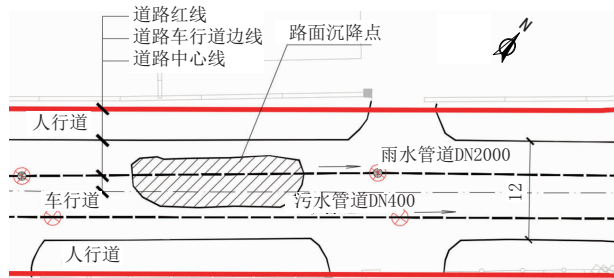


图2 道路路面沉降点示意图(单位:m)

2.2 资料收集和检测调查

2.2.1 资料收集

运用调查研究法,调取、查阅项目相关资料。该段道路等级为城市支路,设计速度 30 km/h,车行道宽 12 m,为沥青混凝土路面,路面结构组合为 4 cm AC-13C(SBS 改性)+7 cm AC-25C+36 cm 水泥稳定碎石+15 cm 砾石砂,下层为 20 cm 石灰土处理上路床,路基原设计回弹模量为 20 MPa。道路机动车道下敷设有雨水主管一根,管径 DN2000 mm,管

材为钢筋混凝土管,管道埋深约 5.5 m,另敷设有污水主管一根,管径为 DN400 mm,管材为混凝土管道,埋深约 2.5 m,雨水和污水主管沟槽均采用了黄砂回填。

2.2.2 现场检测调查

为了合理决策道路维修方案,需进一步验证路基是否存在脱空,并分析脱空成因,因此采取管道 CCTV 检测、地质雷达探测和路基浅层微探孔检测等技术手段进行调查和检测。

(1)排水管道 CCTV 检测

对路面沉降及周边区域内的雨水、污水管道进行 CCTV 检测。检测结果显示,污水管道整体状况良好,仅在路面沉降范围内存在 1 处错位一级的结构性缺陷;雨水管道整体状况良好,在路面沉降范围内存在 2 处破裂二级的结构性缺陷。污水管道 CCTV 检测影像见图 3,雨水管道 CCTV 检测影像见图 4、图 5。



图3 DN400 污水管道缺陷点影像图



图4 DN2000 雨水管道缺陷点影像图 1



图5 DN2000 雨水管道缺陷点影像图 2

根据管道 CCTV 检测结果,初步判断路面沉降非排水管道的结构性缺陷问题导致。

(2)地质雷达探测

路面沉降点位再采用地质雷达设备进行无损探测。探测测线雷达数据显示,深度 100 cm 处电磁波出现同相轴明显错开部分缺失,推测为地面塌陷隐患区。探测结果表明,路面结构下的路基和土体存在疑似脱空或疏松(见表 1)。

表 1 二维雷达数据探测成果表

顶部投影面积 /m ²	隐患顶埋深 /m	隐患种类
96.2	1.0	疑似脱空或疏松

(3)路基浅层微探孔检测

进一步采用浅层微创探孔方式进行调查,验证路基脱空的真实情况。在沉降点最低处选取一个钻孔位进行微探孔,实际探孔深度约 140 cm。通过内窥镜设备下探显示影像可以看到,该处路面结构下约 96 cm 处以下存在路基脱空,探测点位处的空洞深度约 60 cm 左右。探孔设备的图像显示结果见图 6。

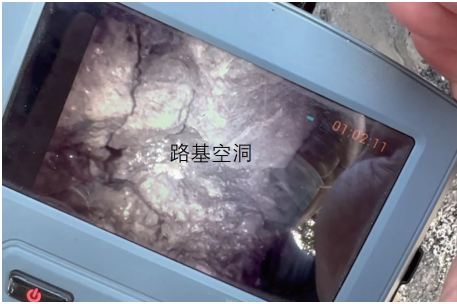


图 6 探孔设备显示影像图

2.3 道路修复方案研究

项目实地踏勘和现场检测结果表明:路表有局部沉降;通过管道 CCTV 检测,判断排水管道情况存在局部结构性缺陷,但排水管道问题并不是导致路面沉降的原因;通过地质雷达探测和路基浅层微探孔检测,判断路面下深度约 100 cm 处存在路基脱空,探测点位处空洞深度约 60 cm 左右。经综合分析,路基脱空的成因可能是由于原道路管道沟槽回填路基施工时存在压实不到位等情况。

根据检测结果分析并研究制定道路维修方案。排水管道局部有结构性缺陷,存在路基进一步沉降的隐患可能,需要及时维修;路面不平整,影响行驶质量和通行安全,路基存在脱空,易造成路面坍塌,需要及时维修。

2.3.1 排水管道维修

结合排水管道 CCTV 检测成果及排水管道修复相关技术规程和规范,选择合适的修复方法对排水管道进行修复。考虑到路面沉降范围内排水管道状况良好,缺陷点少,修复指数低,工程选用非开挖修

复方式,可减小对周边环境的影响,缩短修复周期。具体修复方案如下。

污水管道存在 1 处错位一级的结构性缺陷,采用局部树脂固化的修复方法,利用毡筒气囊局部成型技术,将涂灌树脂的毡筒用气囊使之紧贴母管,然后用紫外线等方法加热固化。

雨水管道存在 2 处破裂二级的结构性缺陷,雨水管道管径较大,采用内衬钢套环的修复方法,在局部损坏部位安装止水钢套环。

2.3.2 路基和路面维修

结合本项目特点,针对路基和路面提出开挖修复和非开挖注浆修复两个方案。

方案一,采用开挖修复方案。沉降点处路面整体开挖,路基空洞处回填黄砂(中粗砂)至上路床底部,上路床采用 40 cm 石灰土(掺灰量 6%),路基设计回弹模量按 20 MPa 控制。路面结构采用原结构组合进行修复,为 4 cm AC-13C(SBS 改性)+7 cm AC-25C+36 cm 水泥稳定碎石+15 cm 砾石砂,结构分层采用台阶式搭接方法,每层搭接宽度 30~50 cm。开挖修复方案的横断面示意图见图 7。

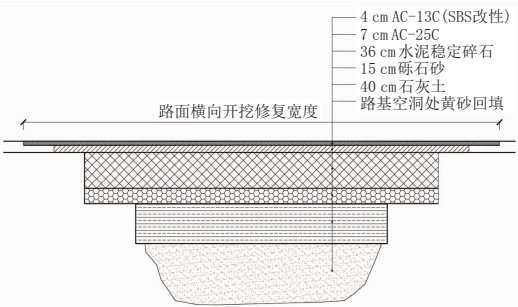


图 7 开挖修复方案横断面示意图

方案二,采用非开挖注浆修复方案。由于项目路基脱空的体积不大,不进行整体开挖,采用路基注浆加固及路面铣刨加罩相结合的方法。路基注浆量约为 12 m³,注浆后再对路面进行面层铣刨、加罩沥青混凝土面层,上面层采用 4 cm AC-13C(SBS 改性),下面层采用 AC-25C,下面层 AC-25C 的最小厚度为 7 cm,实际厚度按现状道路标高和路拱恢复为准。结构分层也采用台阶式搭接方法,每层搭接宽度 30~50 cm。路面铣刨后、加罩前,对原道路水泥稳定碎石基层结构进行检验,若基层有损坏应予翻挖修复,本项目因基层结构保持完好,故予以保留利用。非开挖注浆修复方案的横断面示意图见图 8。

2.4 方案决策

2.4.1 方案比选

采用对比分析法,对路基和路面维修方案一和

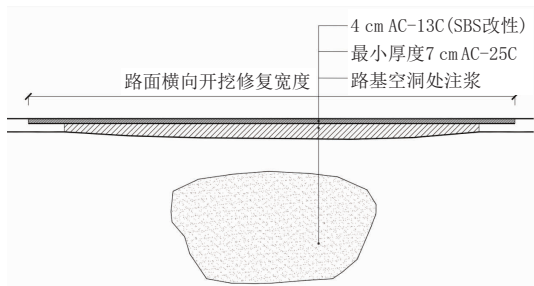


图8 非开挖注浆修复方案横断面示意图

方案二从施工工艺、施工周期、交通影响、工程投资、碳排放等方面进行综合分析和比选,具体如下。

(1)在施工工艺方面,方案一采用常规工艺,施工较为简单,能较好地确保工程质量;方案二对注浆的施工工艺要求稍高,若注浆未达到充分密实或填充过程有空隙,会影响修复后路面的使用寿命。

(2)从施工周期方面分析,方案一采用整体开挖和修复方法,施工周期较方案二略长,主要控制因素是水泥稳定碎石的养护周期;方案二则仅需进行路基脱空注浆、路面铣刨加罩,在基层完好的情况下无需修复基层、垫层以及上路床,施工周期较短。

(3)关于对交通运行的影响,方案一整体开挖修复的施工周期略长,开挖区一般采用封闭围挡,又由于道路断面车道较窄,因此对交通影响较大;方案二则采用路基脱空注浆、路面铣刨加罩方法,路面沉降区无需进行整体开挖施工,故施工期间交通影响较小,周期短,对临时交通组织也较为有利。

(4)从工程投资方面分析,方案一包括路面翻挖修复、上路床翻挖回填、路基脱空回填等工作量,工程投资较方案二高。方案二工作量较方案一小,工程投资少。

(5)根据行业实现“双碳”的背景目标,本项目增加碳排放方面的分析对比,碳排放计算过程范围包括老路翻挖、原材料准备、原材料运输、沥青混合料拌和生产、水泥稳定碎石拌和生产、成品运输、现场

摊铺施工过程。方案一包括老路面层铣刨、翻挖基层、垫层和土方翻挖回填,旧料外运,黄砂回填、新建垫层和基层、新建沥青面层,按排放因子方法进行计算,得到过程的碳排放 CO_2e 为 23 657 kg;方案二包括路基脱空注浆、沥青面层铣刨、旧料外运、新建沥青面层,按排放因子方法进行计算,得到过程的碳排放 CO_2e 为 3 288 kg,小于方案一的碳排放。

综上所述,目前在空洞体积不大的情况下,经综合对比和分析,可以看出方案二的优势更为明显,因此推荐采用方案二。

但也要注意,方案二的注浆施工工艺要求较高,因此施工过程还需要进行严格控制,以确保注浆质量。

2.4.2 专家咨询

在本项目中,同时采用了专家咨询法,邀请3位行业领域内有经验的技术专家,以专家会议的形式对两种技术方案进行专业评估,最终专家意见同意采用推荐方案二。

3 结 语

城市道路设施质量完好是城市公用基础设施安全运行的前提,而道路路基脱空是一类道路基础设施质量病害,对该类病害的全面调查和科学处治有利于确保工程建设质量,减少社会影响,节约资源和能源,降低工程投资,并保障道路设施的安全运行。

本文总结提出道路路基脱空维修方案综合技术决策法,主要是采取调查研究法、对比分析法相结合的方法,有必要时增加专家咨询法。相较于单一的经验决策法,相对更为全面、科学。

参考文献:

- [1] 庞晓明.某道路地下空洞检测与修复方案研究[J].城市道桥与防洪, 2023(10):184-187.

(上接第201页)

利工况荷载作用下,“销棒+钢管”支架结构的强度、刚度、稳定满足要求。

4 结 语

本项目对经过不同工艺支架设计进行比对分析,H形墩大悬臂变截面盖梁最终采用“销棒+钢管”支架法。

此工艺在施工工程中受力稳定,且可周转性强、

拆卸方便,对主体结构的破坏小。特别是适用于这种复杂结构的盖梁,具有显著的社会经济效益。

参考文献:

- [1] 屈东洋.复合交通发展模式及趋势分析[J].工程技术研究,2022(11): 216-218.
[2] GB 50017—2017,钢结构设计标准[S].
[3] GB 50661—2011,钢结构焊接规范[S].
[4] JTG D60—2015,公路桥涵设计通用规范[S].