

上海地区道路空洞排查和综合修复方法探讨

何智龙¹, 凌宏伟²

(1.上海市浦东新区市政工程建设事务中心, 上海市 201210; 2.上海浦东建筑设计研究院有限公司, 上海市 201206)

摘要: 结合上海地区的实践经验,对道路下空洞病害的主要成因进行了分析和梳理,总结提出了病害排查的一些主要检测方法,并研究提出了空洞病害综合修复整治的若干对策,为今后的工作提供参考。

关键词: 道路空洞;路面坍塌;探地雷达

中图分类号: U418

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2022)05-0161-03

0 引言

上海市部分地区道路修建时间较长,目前一般通过常规日常养护和专项检测后进行大中修,可以解决路表坑槽、车辙、不平整、抗滑减弱、路面结构强度不足等典型病害。但是,近年来由于排水管道损坏或渗漏引发的水土流失、各类地下管道和地下构筑物施工引起的土地松动、路面结构破坏或路表路基水损害导致的土基空洞等多方面因素,造成道路路面局部坍塌或沉陷问题时有发生(见图1),对道路的正常交通通行和人员安全造成了一定的影响。因此,为消除安全隐患,同时避免道路损坏范围扩大,确保城市基础设施安全运行,对道路路面下空洞的早发现、科学诊断、合理评估和及时针对性防治是非常有必要的。



图1 现状路面板底脱空之实景

现结合笔者近年参与的上海市相关项目研究和建设实践,对道路路面下空洞病害原因进行梳理,对相关检测和评估方法进行初步总结和分析,并提出若干修复技术对策,为今后的相关工作开展提供参考。

1 主要成因分析

从上海地区近年来发生的一些路面应急事件可以看到,道路空洞主要病害表现为道路路面的不均匀沉降、突发沉陷或坍塌等问题。根据目前经验,梳理和总结了若干主要成因:

一是原水泥混凝土路面板块接缝或裂缝处未做好接缝防水措施,或原沥青混凝土路面裂缝处未及时修补,造成基层、垫层等水损害,导致基层或路基长期渗入乃至浸润雨水,结构强度降低,最终形成道路路面下局部空洞。这种病害情况是由上至下发展而引发的,表现为道路路面下的浅层疏松或空洞。

二是随着道路沿线的经济发展,以及居民生活和企事业单位生产需要,对各类公用管线的需求逐年增加,近年来有大量采用非开挖技术新排的煤气、通信、上水等公用管道穿越道路,部分非开挖扩孔部分未及时进行加固修复,久而久之就引起土地松动的情况。这种病害情况是由下至上发展而引发的,表现为道路路面下的浅层或深层疏松或空洞。

三是雨、污水排水管道,以及各类公用管线存在破裂、沉陷、脱节、渗漏等问题,而导致管道顶部或周边的土体松动、下沉和水土流失的情况。这种病害情况也是由下至上发展而引发的,表现为道路路面下的浅层或深层空洞。

四是因原道路施工时,土体回填不密实或未很好地处理暗浜等软土地基,造成土体的不均匀沉降,最终导致路面局部的不均匀沉降或沉陷。这种病害情况也是由下至上发展而引发的,表现为道路路面下的深层空洞。

五是因沿线地下建筑、地下轨道交通或地下市政工

收稿日期: 2022-11-28

作者简介: 何智龙(1973—),男,本科,高级工程师,从事道路建设和技术管理工作。

程等构筑物施工引起的道路下土体松动和水土流失。

另有一些路面坍塌事故是在自然条件下,受地质、地下水等综合作用引起的^[1]。

综上所述,道路路面下引发空洞的原因有很多,有可能是单方面原因引起,也有可能是多方面综合因素导致。相关事故存在一定的不可预见性,安全隐患和可能造成的社会影响较大,如何有效诊断病害并及时防治显得尤为重要。

2 空洞病害排查的主要检测和评定方法

2.1 空洞病害排查的主要检测方法

根据《城镇道路养护技术规范》(CJJ 36—2016)^[2]等现行技术规范,目前路面的技术状况评定内容包括:路面行驶质量、路面损坏状况、路面结构强度、路面抗滑等指标,但对于道路空洞的预防性检测和评价标准是有所缺失的。

根据实践经验对主要成因分析后,初步总结了道路空洞病害的一些综合检测技术方法,类别包括:目测、检测和校验。主要的检测方法大致有6类,具体见表1所列。

表1 道路下空洞病害排查的主要综合检测方法一览表

序号	主要类别	检测方法	方法简称	采用的主要设备	目的
1	目测	路表沉降调查	CJ	量尺、测绘设备等	路表不均匀沉降巡查和判断
2	检测	路面弯沉检测	LW	弯沉仪等	路面结构强度调查
3	检测	路面结构和土体状况检测	LD	探地雷达检测系统等	掌握老路路基、路面状况,管道顶部土体状况
4	检测	排水管道检测	CCTV	CCTV检测机器等	管道损坏调查
5	校验	钻芯取样调查	ZX	路用钻孔机等	浅层脱空查验
6	校验	照片和视频采集	ZP	视频采集设备等	更深层脱空查验

路表沉降调查是通过人工巡查和测量等简单设备以目测方法,及时发现路表不均匀沉降点。弯沉检测则是采用常规路面弯沉仪等检测设备,及时发现路面结构强度不足和薄弱处。弯沉检测的成果案例如图2所示。

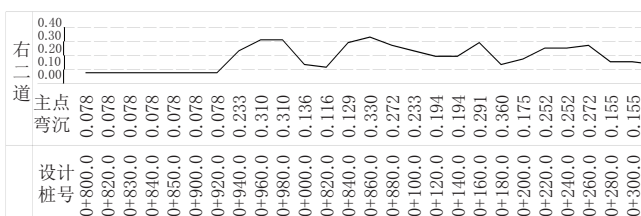


图2 沥青混凝土路面弯沉检测结果案例图示(单位:mm)

地质雷达探测技术是一种借助频率在 $10^6 \sim 10^9$ Hz 范围内的无线电波来确定地下介质分布的一种无损探测技术^[3,4]。其主要原理是利用电磁脉冲接收地下不同介质界面的反射波,分析地下空洞的边界情况,判定地下介质的结构及界面的埋深,探测成果可以全面掌握老路路基、路面状况、管道顶部土体状况和道路下脱空、空洞等情况,检测成果案例如图3所示。

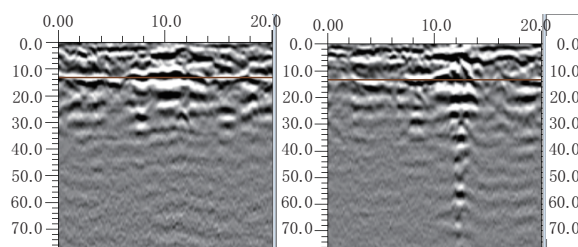


图3 三维雷达数据水平切片分析图案案例图示(单位:cm)

另外,由于地下管道的破裂、沉陷、脱节、渗漏等问题而导致管道顶部或周边的土体松动、脱空,会造成路面不均匀沉降和局部或整体空洞,因此管道检测和排查也尤为重要,管道CCTV检测成果案例如图4所示。



图4 管道CCTV成像结果案例图示

实践表明,空洞病害排查采用单一的手段来判断并不十分全面。比如:路表沉降和路面弯沉结果差并不代表路面一定存在空洞病害,地质雷达探测技术有时会受地下水、地下管线等的影响较大,地下管道损坏也不代表一定存在空洞病害等;经过对比,有部分空洞病害处的弯沉状况和雷达探测结果也并不一定相互对应。因此,路表沉降调查、路面弯沉检测、雷达探测、管道CCTV检测等手段应结合使用,相互验证和判定,以更为全面、准确地评定空洞病害状况,这样才可以为道路隐患排查和维修方案的制定提供更为科学、有效的决策依据。

通过上述目测、检测手段初步判定的空洞病害,可采取“无损”或“微创”等低影响方法进行校验,主要通过浅层钻芯取样调查(有效深度一般在0.8~1.5 m),以及更深层钻孔(深度一般在1.5 m以上)加以视频采集等手段进行验证。

2.2 空洞病害分类评定

首先,应收集现状道路的相关基础资料,包括:道路沿线地质资料。道路竣工资料,包括:路面结构、地基处理措施,以及地下管线、排水管道竣工资料等,作为空洞病害分类评定和修复方案制定的基础资料。

现根据实践经验,结合前述空洞病害排查的检测方法,总结了若干主要评定方法和分类(见表 1)。

表 1 道路下空洞病害主要评定方法和分类一览表

大类	小类	综合检测方法	病害描述
A 类	A1	CJ、LW、LD、ZX	路面结构或路基浅层局部疏松
	A2	CJ、LW、LD、ZX	路面结构或路基浅层大面积疏松
B 类	B1	CJ、LW、LD、ZX、ZP	路面结构或路基浅层局部空洞
	B2	CJ、LW、LD、ZX、ZP	路面结构或路基浅层大面积空洞
C 类		CJ、LD、ZP	道路下土体深层局部空洞
D 类		CCTV	排水管道内损坏形成隐患

3 主要分类修复对策研究

3.1 路面结构下空洞修复对策

根据路面下空洞的深度、面积等进行路面结构和路基修复方案制定。一般道路和路基修复可采用开挖修复法和非开挖修复法。

道路下土体无局部疏松或明显空洞的,按常规道路路面维修标准进行路面维修。

A1 类,道路下土体有浅层(深度 1.5 m 以内)局部疏松的情况,可采取非开挖修复法。局部疏松处可进行注浆等填充、加固法,并修复路面结构。

A2 类,道路下土体有浅层(深度 1.5 m 以内)大面积疏松的情况,可采取开挖修复法。应采取开挖、路基加固等措施,并修复路面结构。

B1 类,道路下土体有浅层(深度 1.5 m 以内)局部空洞的情况,可采取非开挖修复法。局部空洞处进行注浆或注泡沫混凝土等填充物进行加固,并修复路面结构。

B2 类,道路下土体有浅层(深度 1.5 m 以内)大面积空洞的情况,可采取开挖修复法。应采取开挖、路基加固、回填空洞、分层压实等措施,并修复路面结构。

C 类,道路下土体有深层(深度 1.5 m 以下)局部

空洞的情况,可采取非开挖修复法,局部空洞较小处进行注浆等加固法,并修复路面结构。局部空洞较大的情况,可采取开挖修复法,开挖并回填空洞等措施,并修复路面结构,回填料应分层压实,开挖较深时需做好施工期基坑维护。

3.2 排水管道隐患修复对策

D 类情况,若排水管道损坏并引起路面下空洞或者存在其他较大隐患的,应先对排水管道进行病害维修,防止其因破裂、沉陷、脱节、渗漏等造成水土流失和沉降等病害的进一步发生,然后进行路面和路基加固修复。一般排水管道可采用开挖修复法和非开挖修复法进行分类修复。

对存在局部结构性缺陷的管段,优先选择非开挖修复方式,可采用地区较为成熟的施工方法,尽量减少对周边环境和交通的影响,缩短修复周期;对存在结构性缺陷较为集中或损坏严重的管段,采用整体式开挖修复,按原管位、管径、坡度、标高等开槽翻排;点状修复则采用土体注浆辅助修复。

3.3 公用管道隐患修复对策

上水管等其他公用管道的破裂、渗漏等也是引起路面下空洞的原因之一。经诊断发现该类情况的,应及时通知相关管线管理单位和养护单位,进行及时堵漏、加固和修复。

4 结 语

本文结合实践经验,对道路下空洞病害的主要成因进行了分析和梳理,初步总结提出了病害排查的主要综合检测方法,研究提出了空洞病害修复整治的若干对策。由于道路下空洞的成因较多,且地下各类设施相对复杂,路表下情况又不可见,为减少突发事件的发生,建议道路管理部门重视并加强道路空洞的巡查和检测工作,做到早发现、科学诊断、及时防治。

参考文献:

[1] 宋谷长,叶远春,刘庆仁.北京市城市道路塌陷成因及对策分析[J].城市道桥与防洪,2011(8).
[2] CJJ 36—2016,城镇道路养护技术规范[S].
[3] 汤博.瑞典 MALA 探地雷达在管线探测中的应用[J].水科学与工程,2015(1):95-96.
[4] T/CMEA 2—2018,道路坍塌隐患雷达检测技术规范[S].