

市政工程施工中管廊路段路基沉降规律及处理对策

沈建泉

广州工程总承包集团有限公司

摘要：管廊工程是我国市政工程重要组成部分，其施工过程中存在的沉降问题一直是工程施工人员关注的重点。如施工处理不当，容易引发管廊工程甚至整体市政工程的质量安全，缩短其使用寿命。因此，深入研究管廊工程施工引起的路基沉降及其规律，分析其产生的因素，并采取相应的防控措施，对促进市政工程建设及发展有积极意义。

关键词：市政工程；管廊；路基沉降；规律；处理措施

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.21.045

前言

市政工程施工中，管廊路段是重要的基础设施之一，其主要功能是负责各类管线的布设及维护，对城市通信、能源、交通设施的正常运行有着重要作用。但进行管廊路段施工期间，容易受到多种因素干扰，导致路基沉降问题出现，对工程的稳定性及使用寿命带来了不利影响。

因此，深入研究其产生的路基沉降规律及原因，并找出有效的防控措施，对提升工程施工质量及可靠、安全性有积极的现实意义。

一、工程实例介绍

腾龙大道市政综合管廊工程位于城市主干道上，综合管廊舱室为三舱室（综合舱+电力舱+燃气舱），主线综合管廊为现浇钢筋混凝土单箱三室结构。（见图1）

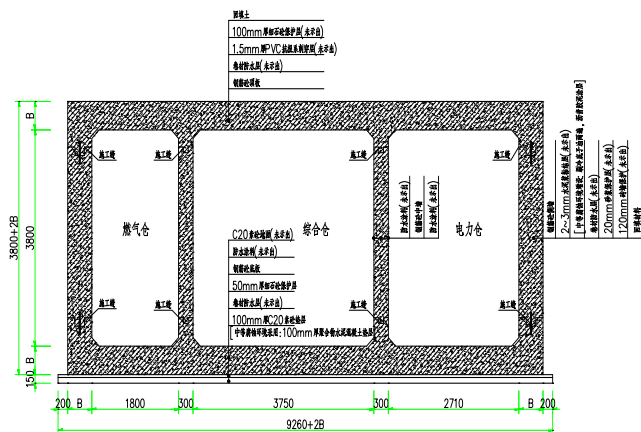


图1 综合舱+电力舱+燃气舱（三舱）标准断面图（含设计及主要施工数据）

二、地质情况及地基加固处理方案

根据详细勘察资料，综合管廊主要位于可塑~硬塑砂质黏性土层，粗砂层，局部位于现状地面以上，在路基进行统一地基处理后，考虑深度修正后可满足结构承载力要求。地下水位较高，水质具有腐蚀性，对管廊结

构及钢筋、混凝土等产生腐蚀，威胁结构质量。

由于目前地质资料局部暂缺，局部可能存在地基承载力不能满足要求，需进行地基处理，地基处理可采用直径 $\phi 600$ 双管旋喷桩，桩间距 $1.1 \times 1.1m$ 进行布置，实桩桩长 $10m$ 。详细设计及施工数据（见图1）。

在进行上述管廊工程施工前，项目部现场管理人员，深入到现场进行调查，对并地质勘察报告、设计方案等进行研究，一致认为，该工程施工过程中由于存在软弱土层，且地下水位较高且带有腐蚀性，容易对管廊结构质量产生影响。施工过程中如不注意，极易出现路基沉降情况，对施工质量构成严重威胁。通过分析大量的有关工程案例及文献，找出路基沉降的特点、规律等，并制定有针对性的防控措施，同时加强施工过程各项管理工作，最终在全体施工人员共同努力下，工程顺利完成，施工质量优良，并通过竣工验收。现总结施工实践，对市政管廊路段路基沉降及防控措施等有关问题进行深入分析。

三、市政管廊路段出现路基沉降及其特点

1、沉降量大。管廊工程基本埋于地下，对其施工中容易对地基带来干扰，产生的影响较大。此外，还受到来自土层性质、地下水位及其变化等因素影响，也引发管廊路段的路基出现较大沉降量，对道路使用可靠性带来严重影响。

2、沉降速率快。管廊施工会扰动地基土层，造成土体内部的应力分布出现较大变化，加快了路基沉降速率。尤其是施工范围内存在软土地基时，其沉降速率会更快更明显。

3、沉降不均匀。不同区域的管廊工程，其所处的地基土层情况、断面尺寸、施工技术及工艺等均存在差异，在受到不同因素影响下，管廊路段所出现的路基沉降存在不均匀性等现象。具体体现在管廊工程部位不同，其出现的沉降量也不同（见图2、图3），如不妥善处理，会引发道路出现不平整问题，影响过往车辆行驶安全。

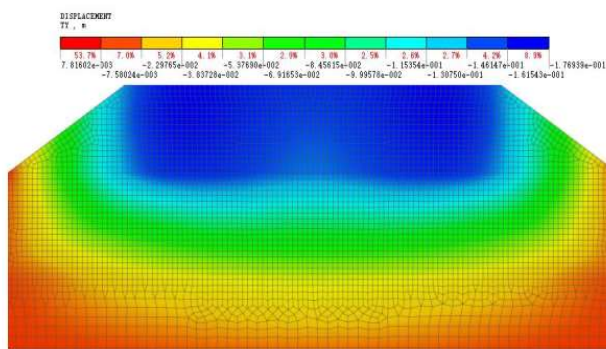


图2 某道路工程普遍填方路段沉降云图

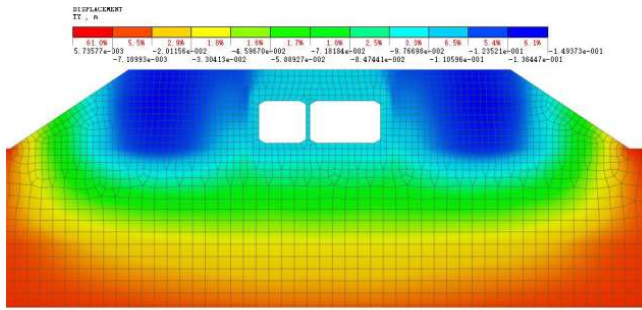


图3 某道路工程管廊路段沉降云图

4、沉降周期长。

管廊工程施工期间出现的路基沉降现象，不会瞬间结束，而是会持续一个较长时间，甚至延续后施工后，仍会出现路基沉降。当受到交通荷载、天气变化等因素影响时，会延长路基沉降时间。

5、沉降原因多样。

管廊路段出现路基沉降，其产生的原因复杂且多样，其中主要包括有：施工区域内的地基土体性质、施工技术、工艺、排水堵塞、地下水位出现较大变化等。当这些因素发生作用时，会导致沉降处理更富挑战性。

6、影响范围大

管廊工程施工常常需要穿越主要道路，如施工期间出现沉降，会影响到附近的市政设施、道路、建筑物等的可靠性及安全。

因此，一定要制定相应的监测措施，避免因管廊施工造成四周构、建筑物安全隐患发生。

四、路基沉降规律分析

为分析管廊路段出现路基沉降情况，我们通过利用专用的岩土工程以及隧道分析软件，建立某市政管廊路段有限元模型，通过导入工程建设相关数据资料，并在管廊路的路面、路基底部等位置各设立50个观测点，合共100个，其中路面观测点间距60cm，路基底部观测点间距0.96m，分析管廊路段路基顶部、地部的沉降规律，（见图4）

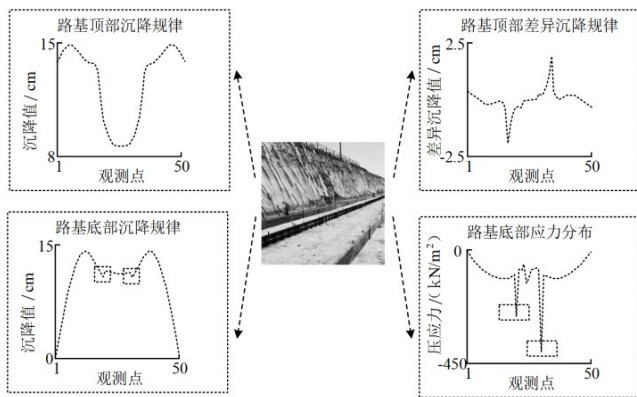


图4 某管廊路段路基沉降规律

通过上述分析结果表明，管廊路段出现路基沉降是有规律可循的，其中可归纳为以下几方面：

1、路基沉降出现后，初期会随着时间推移，而不断增大，之后走向稳定。沉降期间出现的快、慢等速率

与荷载作用、施工时间等因素直接关系。

2、路基沉降与荷载作用次数呈线性关系。荷载作用次数越多，路基沉降越大。

3、路基沉降与路基的压实度、填土高度等有密切关系。填土高度、压实度越高，路基出现的沉降越小。

4、在受到同等条件作用下，路基所处的土壤类型不同，其产生的沉降规律也不一样。其中砂性土路基所出现的沉降速率较快，黏性土路基所出现的沉降速率慢。

五、管廊工程路段路基沉降处理措施

1、优化设计

在进行市政管廊工程方案设计及施工时，设计及施工管理人员要深入项目现场实地了解情况，包括勘察报告内容、现场地质条件、水文情况、四周环境等，再根据技术可靠、经济合理的原则，编制设计方案，并对方案不断完善深化，在此基础上编制施工组织设计方案，

合理确定基础形式、施工技术、工艺及施工材料等，为工程顺利开展提供保障。

在确定工程基础形式时，要结合实际地质条件选择相应的基础形式，如软土地基选择桩基础、岩石地质则选择岩石基础等。采用正确的基础形式，可保证工程可靠及稳定性，最大限度减少基础出现沉降及裂缝问题。

此外，在制定设计及施工方案过程中，需要对施工范围内及四周环境进行掌握，如存在管线、道路、建筑物等情况时，要及时采取保护措施，避免因施工损坏建筑物及设施。

所选择的施工材料，必须做好防腐、防震、防潮等防护处理工作，提高施工材料的质量及性能，满足工程美观、安全、耐久等要求。

2、重视地基处理及质量控制

地基选型及处理措施是否得当，会直接影响管廊工程的施工质量及使用寿命。因此，加强地基处理及施工质量控制工作，保证建筑物的安全、可靠及耐久性。目前处理地基的施工技术及方法多样，并已在工程中广泛应用，取得了良好效果。如预压土、加固土、换填土等技术及方法均在地基处理中起着重要作用。

如预压土技术，则是预先进行压实土壤处理，以达到增强地基稳定性及承载力。这种技术适合在松散土层或软弱地基土层加固处理使用。采用这种施工技术后，有效提升土壤密实度，抗剪强度、抗压强度。其具有施工便捷、造价低、效果佳等优点。

换填土技术则是先挖除原有地基土，再填充新土壤，以达到提升地基稳定性及承载力的效果。这种技术合适在土质较差、土层较浅的地基加固处理应用。其具有施工质量容易控制、速度快、效果好等优点。

加固土技术是把加固材料如石灰、水泥等混入问题地基中，并与土层融合在一起，进行物理及化学反应后，形成复合材料，经处理后的复合地基，形成强度高、稳定性佳的效果。

这种施工技术可适应于各类问题地基土层，尤其是稳定性差、强度低的土壤，但这种技术施工成本较高。

在具体选择加固处理技术时，应结合项目的实际情

况进行合理选择,以达到预期效果。

3、加强施工过程管理

(1) 施工企业要建立完善的施工质量管理体系及制度,凡进入现场施工的各施工队伍及人员,均要听从指挥,统一调度。明确各施工队伍及人员的作业范围及责任,通过把各项管理制度细化落实,达到预期的管理效果。

(2) 施工前组织有关作业人员开展技术交底及培训工作。

包括详细讲解施工技术及工艺流程、工序质量要求等,要求作业人员严格按规范及图纸要求进行施工,为工序质量达标提供保障。

(3) 加强对施工材料、机械设备的管理。

凡进入现场各类施工材料、机械设备等产品,均要安排专人进行检查验收,如需要检验的产品,则要抽样进行送检,确保材料质量满足设计及施工要求。

使用机械设备过程中,要定时对其进行检查及维护保养,保证设备质量及性能正常发挥,提高施工质量及效率。

(4) 落实质量“三检”制度

管廊工程施工涉及的工序较多,每道工序施工结束后,需要实行自检、互检、交检等制度,对质量层层把关,并经监理签字确认质量达标后,方可进行后续工序施工。通过严格的质量验收制度,为工程质量顺利通过验收提供保障。

4、做好监测及预警管理

结合管廊工程施工实际,制定完善的施工监测及预警管理制度及措施,定期对管廊施工范围及附近的构、建筑物、房屋等设施进行监测,如发现异常情况时,要及时采取措施处理。

(1) 建立管廊施工监测体系。投入相应经费,购置设备先进的监测设备,采用先进的监控设备如摄像头、无人机、光纤传感技术等,对管廊内部情况进行24小时全方位实时监测。同时建立监测平台,实行自动智能化监管。

平台具有数据分析、整合、预警等功能,可实时对上传到平台的所有监测数据进行处理。同时,还可利用人工智能、大数据等技术,挖掘和分析管廊工程的历史数据,作为工程施工及投入使用后运维管理的依据。

(2) 定期监测。结合工程实际情况制定合理的监测周期,定期对管廊路段运行情况进行监测,发现存在异常情况时,可及时采取措施解决,消除管廊路段路基沉降及其他影响道路安全运行的隐患,保证道路质量及安全。

此外,还要对管廊内部结构及各类设备、设施等进行定期监测及检查,如结构是否存在质量隐患、各类管线、设备等是否运行正常,防火设施质量及性能是否存在隐患等。

监测期间如发现存在问题或隐患时,要马上实施应急预案,组织有关单位及人员进行整改,有效控制安全风险。

5、采用科学合理的地基沉降处理技术

目前随着建筑技术进步,目前用于处理地基沉降的技术不断增多,如、注浆加固、土钉墙、预应力锚杆等。每种技术均有其特点、优势及适用范围等。可结合项目实际情况进行合理采用,以达到预期效果。

(1) 注浆加固技术。这种技术适用范围较为广,其主要把加固浆液通过专用设备注进地层缝隙,把缝隙及空洞填充,从而提升土层的稳定性及整体强度。这种技术施工便捷,成效显著,或广泛应用于各类土质地基的加固处理。

(2) 土钉墙技术。该技术及工艺成熟,其主要是采用通过锚固在稳定地层的土钉来传递荷载,提升不稳定地层的稳定性能,适应范围也较广,如可用于边坡稳定、基坑支护等施工。目前已在市政工程如道路、隧道等工程应用。

(3) 预应力锚杆技术也可用于地基沉降处理。具体应用时可预先对预应力锚杆施加压力,在压力作用下杆身产生相应的抗弯抗压能力。

施工期间,锚杆与地基发生摩擦并产生摩擦力,共同作用后形成稳定支撑体系。经该技术处理后能有效提升土层的抗拉强度及承载能力,所有地质条件均可采用该技术进行加固支护。

6、优化排水系统

建立道路管廊路段排水系统时,要结合道路实际情况设计排水系统,并对其进完善优化,减少地下水位波动对路基沉降的影响。随着城市快速发展,做好排水系统的建设及管理工作日益重要。

(1) 在进行市政给排水工程规划设计过程中,要对排水设施进行合理布局,严格按照有关规范要求,科学规划及设计排水系统。在设计排水管道时,要实行雨污分流等先进的排水系统,促进排水速度及能力提高。

(2) 结合市政工程的具体位置,尽量利用其原来的自然地势,进行规划及设计排水系统,降低项目的施工成本。

(3) 加大对原有排水设施的运维检查、改造力度。如原有排水管道时间过长,设备及材料已老化或出现质量隐患时,要及时维修、更换,排除质量及安全风险。

对于容易出现雨季内涝问题的城市,则要加大排水设施的建设工作,提升城市排水能力。

结语

综上所述,进行市政管廊工程施工时,容易引发路基沉降问题,影响工程施工质量及进度。因此,一定要深入分析其产生原因,并找出其规律,在综合研究基础上,制定相应的防控措施,消除沉降对施工造成的影响,保证工程顺利完成,促进市政行业健康发展。

参考文献

[1] 陈元盛,党发宁.综合管廊施工对临近建筑沉降的影响分析[J].西安理工大学学报,2019,37(3):414-422.

[2] 刘琳,刘勇,王树人.砂砾地层矩形截面管廊顶管施工超挖空洞消除方法[J].中国给水排水,2019,37(10):154-159.