

Application analysis of pipe material selection under different geological conditions

Jinhong Dong

Yuncheng Shouchuang Water Supply Co., Ltd., Yuncheng, Shanxi, 044000, China

Abstract

As the construction of urban water supply systems advances, selecting appropriate pipe materials for water supply pipelines is crucial for ensuring water supply safety and reducing project costs. This paper explores the suitability of pipe material selection under various geological conditions, systematically explaining how typical geological conditions such as soft soil foundations, collapsible loess, expansive soil, and rock foundations affect water supply pipelines. It analyzes the performance characteristics of mainstream pipe materials, including metal pipes, plastic pipes, and composite pipes, and discusses the application scenarios of these materials in different geological conditions from the perspectives of mechanical properties, corrosion resistance, and construction convenience. The aim is to provide a scientific theoretical basis and technical reference for selecting pipe materials in water supply projects, ensuring the stable operation of the water supply system.

Keywords

Geological conditions; Water supply pipelines; Pipe material selection; Suitability

不同地质条件下供水管道管材选型的适用性分析

董晋红

运城首创水务有限公司, 中国·山西 运城 044000

摘要

随着城市供水系统建设的不断推进,供水管道管材选型在保障供水安全、降低工程成本方面至关重要。本文围绕不同地质条件下供水管道管材选型的适用性展开研究,系统阐述了软土地基、湿陷性黄土、膨胀土、岩石地基等典型地质条件对供水管道的影响机制,分析了金属管材、塑料管材、复合管材等主流管材的性能特点,并从力学性能、耐腐蚀性、施工便捷性等维度,探讨各类管材在不同地质条件下的适用场景,旨在为供水工程管材选型提供科学的理论依据与技术参考,确保供水系统稳定运行。

关键词

地质条件; 供水管道; 管材选型; 适用性

1 引言

供水管道作为城市基础设施核心部分,承担起向居民与企业输送生活及生产用水的紧要任务。对管材进行合理选型,直接关乎供水系统的安全稳定、经久耐用与经济合理。不同地域的地质条件差异十分明显,软土地基的下沉、湿陷性黄土的坍塌、膨胀土的胀缩现象以及岩石地基坚硬属性,都会给供水管道造成不同形式的作用与损害。如果管材选取不当,较易造成管道破裂、渗漏等不良现象,不但引起水资源的浪费现象,甚至会干扰城市供水的正常秩序。深入剖析不同地质条件下供水管道管材选用的恰当性,对稳固供水工程质量、推动城市可持续性建设意义重大。

2 典型地质条件对供水管道的影响

2.1 软土地基

软土地基呈现出含水量偏高、孔隙比大、压缩性显著且抗剪强度不佳等特性,在软乎乎的地基上进行供水管道铺设,鉴于地基承载能力未达要求,管道容易产生非均匀性的下沉,不均匀沉降能令管道承受额外的弯曲、剪切两种应力,引发接口松动、管道形变乃至断裂,于地下水长期作用之中的软土地基,土体结构较易出现结构变动,引发地基的不稳定性进一步升级,危及供水管道安全运作。

2.2 湿陷性黄土

天然状态下的湿陷性黄土具备一定的结构强度,土体结构急剧崩解,引发突出的下沉形变,若供水管道铺设在具有湿陷特性的黄土地区之际,若管道发生渗漏的情形,水分渗入到黄土里面,会引起地基发生湿陷现象,引发管道大幅度沉降,产生错位现象,这类急发性的地基改形,会引起管

【作者简介】董晋红(1973-),男,中国山西运城人,本科,工程师,从事水利工程、水库运行管理研究。

道结构产生严重破坏,引起供水断绝,而且修复工作困难重重、费用高昂。

2.3 膨胀土

膨胀土的特性可归结为富含亲水性矿物,呈现出吸水就膨胀、失水就收缩的明显特性,季节性降水变动与地下水位起伏,引起膨胀土地基多次反复胀缩,敷设在膨胀土地基上的供水管道,会因土体胀缩,受到拉伸、挤压等繁杂应力的影响,持久的胀缩交替循环,较易让管道出现疲劳引发的损伤,接口处出现密封故障,进而引发管道出现渗漏问题,显著降低供水管道服役期限。

2.4 岩石地基

岩石地基承载能力较强,但岩石的硬实程度和完整情形对供水管道施工及运行影响显著,开展针对岩石地基的管道铺设事宜,需开展岩石凿开、爆破之类的施工作业,施工难度大且突出、成本支出高昂,还极易损害周边环境,岩石地基的不均一性及裂隙发育态势,有概率造成管道在运行阶段受到局部集中应力,要是处理欠妥,引发管道局部磨耗、断裂^[1]。

3 常见供水管道管材性能分析

3.1 金属管材

3.1.1 钢管

钢管有着强度颇高、韧性优良、耐高压的属性,可经受较大内水压力与外部荷载的考验,其接口呈现出多样化形式,适合管道强度与密封性要求较高情形,钢管耐蚀性不高,在诸如土壤、地下水的环境里,容易产生电化学腐蚀,要实施严苛的防腐手段,诸如外防腐覆盖涂层、阴极防护手段等,造成工程成本增加,让后期维护难度攀升。

3.1.2 铸铁管

铸铁管划分情况为灰口铸铁管与球墨铸铁管,灰口铸铁管材质偏脆,冲击抗性欠佳,目前已慢慢走向淘汰,球墨铸铁管呈现出较高强度,具备不错的韧性与抗腐蚀能力,其柔性接口具备应对一定程度地基变形的条件,可有效削减地基沉降带来的管道破坏的潜在风险,球墨铸铁管重量较重,运输及施工便利性欠佳,而其价格相对处于高位^[2]。

3.2 塑料管材

3.2.1 聚乙烯(PE)管

PE管彰显出卓越的抗化学侵蚀能力,与土壤、水等介质间的化学反应微乎其微,无需采取额外的防腐手段,其呈现出良好的柔韧度,可适应一定限度的地基非均匀沉降情形,能采用热熔连接、电熔连接等举措,接口呈现强密封性,PE管质量轻盈,施工所产生的成本低,但PE管强度方面相对表现欠佳,耐热能力欠佳,在高温环境之中,管道力学性能会出现一定程度的下降。

3.2.2 聚氯乙烯(PVC)管

PVC管体现出不错的化学稳定性,展现出较强的抗酸

碱腐蚀特性,成本相对较低,属于应用颇广的塑料管材,其刚性处于较强水平,宜用于对管道变形限制不严格的场合,PVC管抗冲击能力欠佳,处于低温状况易出现脆化,生产过程中,也许会添入若干有害物质,在环保性能范畴存在一定争议。

3.3 复合管材

3.3.1 钢塑复合管

钢塑复合管结合起钢管高强度跟塑料管的抗腐蚀性,有着良好的承压实力,也拥有出众的抗腐蚀本领,其内壁表现为光滑的形态,水流的阻力甚微,可降低水中杂质的附着,减少结垢现象,但钢塑复合管制造工艺相对复杂,成本存在一定程度的偏高,另外在施工操作期间,接口处理欠佳,较易出现钢与塑料层彼此分离的问题^[3]。

3.3.2 借助玻璃纤维增强而成的塑料(GRP)管

所谓GRP管,也就是玻璃钢管道,有着轻质、高强、耐腐蚀性佳、内壁溜滑、水力性能不错等益处,其设计可塑性强,可按照工程的实际需求调整管道性能参数,GRP管施工便捷,能采用像承插、法兰连接这样的方式,但GRP管耐受高温的能力较差,面对高温的环境之际,管道力学性能会面临受影响情形,而其价格相对而言较为高昂。

4 不同地质条件下管材选型适用性探讨

4.1 软土地基管材选型

软土地基宜首选柔韧性佳、可应对地基不均匀沉降的管材,PE管依靠其出色的柔韧性与耐腐蚀性,可有效缓解地基沉降造成的应力,降低管道变形与破裂概率;球墨铸铁管柔性接口可应对一定程度的地基位移,实现管道密封的保障,钢塑复合管因兼具钢材的强度与塑料的柔韧性,也可充当软土地基供水管道可选管材,针对刚性大、抗变形能力欠佳的PVC管与灰口铸铁管,软土地基中运用需小心对待,除非采取别样的地基处理及管道加固办法。

软土地基下管材长期蠕变性能也需纳入思考范畴,若干新型改良的PE管材,采用添加特别助剂手段提升了抗蠕变本事,在长时间承受因地基沉降而产生的应力期间,可更有效地维持结构完整度,借助柔性接口实现连接的球墨铸铁管体,与橡胶密封圈材质的优化相配合,于地基沉降过程中始终可维持极佳的密封效应,阻止渗漏现象出现。就管径较大的供水管道建设工程而言,可审视采用预应力钢管混凝土管(PCCP)的必要性,其兼备了混凝土抗压性能以及钢材抗拉性能,经合理地设计管道基础以及接口的形式,能与软土地基变形属性相契合,在大型输水工程当中展现非凡优势。

4.2 湿陷性黄土地区管材选型

湿陷性黄土地带,对管材密封性以及抗变形能力要求极高,球墨铸铁管存在的柔性接口跟较高强度方面,令其在一定限度内适配地基湿陷造成的变形,减少接口出现渗漏的

概率, PE管可观的柔韧程度及可靠的连接样式, 还可对地基沉降变化予以有效应对, 其耐腐蚀性还可防止因管道渗漏而加剧土体湿陷, 钢塑复合管与 GRP管体现出的绝佳性能, 也能够满足湿陷性黄土地区供水管道的特殊诉求, 不可选用抗渗漏性能欠佳、刚性偏大的管材, 防范管道渗漏所造成的地基湿陷事故。

基于湿陷性黄土遇水后出现湿陷的特性, 在管材选型事宜上, 需留意管材的防渗功能, 采用具备阻止渗漏内衬的管材, 恰似内衬 HDPE 的球墨型铸铁管子, 能再进一步降低管道产生渗漏的风险系数, 处于管道系统设计的进程里, 恰当布置排水设施, 及时把可能渗入地基的水排出, 更是保证管材平稳运行的关键手段, 就穿越湿陷性黄土地区的长距离供水管道而言, 可采用分段式的管道布局设计手段, 在各段管道间装设伸缩节与柔性接口, 对地基湿陷产生的应力予以分散, 避免管道因局部应力集中引起断裂^[4]。

4.3 膨胀土地基管材选型

膨胀土地基宜选取柔韧性良好、抗拉伸效果显著的管材, PE管凭借其自身的柔韧度, 可吸收土体胀缩所产生的应力, 减轻管道破坏的潜在风险; 球墨铸铁管柔性接口同样可降低土体胀缩对管道的不良影响, 一旦采用了钢管, 得配合可行的柔性连接和补偿措施, 诸如配备伸缩节这般, 应对地基胀缩形变, 因为 PVC管抗冲击、抗拉伸这两方面性能差, 应用于膨胀土地基存在显著风险, 不宜被列为首选管材。

就膨胀特征的土地根基而言, 应考虑采用有着自调节能力的管材连接途径, 采用记忆合金连接组件, 可在温度与应力改变之时自动调整模样, 应对土体胀缩对管道接口造成的影响, 就重要的供水管道工程而言, 可采取套管防护举措, 对主管道外部布置一层柔性套管, 弹性缓冲材料填充进套管与主管道的间隙, 倘若土体出现胀缩变化, 缓冲材料可汲取部分应力, 保障主管道完好无损, 依靠对管道埋深设计进行优化, 选定于膨胀土活动层下实施管道埋设, 还能极大减少土体胀缩对管道的不利效应。

4.4 岩石地基管材选型

岩石质地地基从施工难度及管道防护方面考量, 应抉择强度突出、抗磨损性质优良的管材, 钢管以及球墨铸铁管

所拥有的高强度属性, 让其可承受岩石地基出现的局部集中应力, 减轻管道出现磨损与破裂情况的潜在风险, 就管径较小的供水管路而言, 也可选用 PVC管、PE管, 但应做好针对管道的防护办法, 可进行砂垫层设置、混凝土管座搭建等, 避免管道受到岩石的直接破坏, 鉴于 GRP管重量不大、施工便捷, 在岩石地基场景下存在一定应用价值, 能让施工难度及成本下降。

在岩石地基施工工作中, 面对高硬度岩石, 需进行爆破作业, 管材抗冲击性能的关键作用十分明显, 钢管采用特殊热处理工艺加以处理, 可大幅增进其抗冲击方面的韧性, 在爆破振动状况下可维持结构稳固, 采取喷涂耐磨涂层的办法, 可进一步加大钢管表面的耐磨强度, 延展其使用年限。针对采用顶管施工等非开挖技术实施的岩石地基项目, GRP管凭借其质量轻、内壁平整, 可切实减少顶进所遇阻力, 实现施工效率的增进, 处于管道与岩石地基接触的区域, 不妨采用弹性橡胶垫板加以隔离, 消解岩石对管道的局部应力现象, 防止管道出现局部的毁坏情形。

5 结论

不同地质条件对供水管道的影响差异显著, 而各类管材也具有各自的性能特点和适用范围。在供水管道工程中, 管材选型需充分考虑地质条件, 结合工程实际需求, 综合分析管材的力学性能、耐腐蚀性、施工便捷性和经济性等因素, 选择最适宜的管材, 以确保供水管道的安全、稳定运行。同时, 随着技术的不断进步, 应关注供水管道管材选型的发展趋势, 积极采用新技术、新材料, 推动供水工程建设水平的提升, 为城市供水安全提供坚实保障。

参考文献

- [1] 张亮. 给水管道管材对水质的影响与防腐措施[J]. 中国建筑金属结构, 2023, 22(04): 98-100.
- [2] 张明军. 工业园区供水工程泵站压力管道管材选择[J]. 山西水利, 2023(01): 33-34+39.
- [3] 李相宜, 赵蓓, 游晓旭, 等. 供水管道管材的特性及应用综述[J]. 净水技术, 2021, 40(07): 52-59.
- [4] 简颖华. 柘荣县城乡供水一体化工程(一期)输配水管道管材选择[J]. 水利科技, 2021(01): 39-42.