

地下工程防渗漏关键节点施工控制与质量保障研究

徐善亮 潘宇

浙江省二建建设集团有限公司, 浙江 宁波 315200

[摘要]复杂地质条件与高地下水位影响地下工程时极易出现渗漏问题,从而严重威胁结构安全与使用功能。要有效防渗就得加强关键节点施工控制以提升质量保障能力,在分析地下结构常见渗漏类型和成因后提出围护结构接缝、变形缝、穿墙管道等重点部位的施工控制要点,明确施工阶段的材料选择、工艺管理与验收标准,结合质量管理体系建设强化监测预警并强化全过程质量追溯机制以确保防渗效果持续可靠。

[关键词]地下工程; 防渗漏; 关键节点; 施工控制; 质量保障

DOI: 10.33142/ect.v3i7.17189

中图分类号: TU761

文献标识码: A

Research on Construction Control and Quality Assurance of Key Nodes for Leakage Prevention in Underground Engineering

XU Shanliang, PAN Yu

Zhejiang Provincial Erjian Construction Group Co., Ltd., Ningbo, Zhejiang, 315200, China

Abstract: Complex geological conditions and high groundwater levels can easily lead to leakage problems in underground engineering, posing a serious threat to structural safety and functional use. In order to effectively prevent seepage, it is necessary to strengthen the construction control of key nodes to enhance quality assurance capabilities. After analyzing the common types and causes of leakage in underground structures, key construction control points for enclosure structure joints, deformation joints, and through wall pipelines should be proposed. The material selection, process management, and acceptance standards during the construction phase should be clarified. Combined with the construction of a quality management system, monitoring and early warning should be strengthened, and the entire process quality traceability mechanism should be strengthened to ensure the continuous and reliable effectiveness of seepage prevention.

Keywords: underground engineering; anti leakage measures; key nodes; construction control; quality assurance

引言

城市化进程加快使地下空间开发利用越来越广泛,地铁、隧道、地下管廊等工程数量猛增,不过地质环境复杂和水压高导致渗漏问题常出现,成为影响工程安全性与耐久性的重大隐患,关键节点部位稍一疏忽就可能发生结构渗水甚至功能失效,深入探讨防渗漏关键节点施工控制与质量保障机制是提升工程品质的关键手段,也是推动地下工程高质量发展的必由之路。

1 地下工程渗漏问题的特点与成因分析

地下工程环境特殊,地下水、地应力等诸多因素极易对其产生影响且渗漏问题频频发生,深入剖析地下工程的特点与成因是精准防治、提升质量的基础。

1.1 渗漏问题的主要特征

地下工程渗漏隐蔽性强、危害大且治理难,这很显著。渗漏一开始大多为微渗,肉眼不易发现,等水迹明显时结构或者功能往往已受影响,而且渗漏水常带溶解物质,这容易使钢筋生锈、混凝土碳化,从而削弱结构耐久性。渗漏还可能造成管线腐蚀、电气短路、内部潮湿发霉等问题,进而影响使用的舒适性和安全性。地下工程大多处于封闭空间,一旦渗漏维修成本高、周期长,严重时就得暂停使

用或者影响城市运行,要制定防治策略得先了解其特征。

1.2 结构设计与材料问题

前期设计不合理和材料选型不当往往会造成渗漏问题,在设计阶段,有些工程没充分考虑地下水位变化与水压条件,结构防水等级设置得低了且节点细节没处理好,像变形缝间距设计得太大、位置不合理,结构就会因沉降或变形而开裂,选材不当也是个重要原因,止水带、密封材料或者混凝土外加剂性能不达标,在使用年限里就老化、失效了从而防水能力下降了,还有些工程为了降低造价简化防水层设置且不管关键部位的增强处理,这就埋下了渗漏隐患,要提升防渗能力就得从源头的设计和选材环节加强控制。

1.3 施工工艺与管理缺陷

渗漏的产生,实际施工中的工艺控制与现场管理也是重要诱因,施工人员技术水平参差不齐、节点处理不好,像施工缝没做凿毛处理或者止水带埋设不居中时渗漏通道就很容易形成,而且混凝土浇筑时振捣不够、接缝处理马虎、养护不及时,混凝土就可能出现蜂窝、麻面、裂缝这些质量问题,给渗水提供通道,施工进度压力大的时候,有些单位会抢工期、不顾质量,质量控制形同虚设,检测环节缺失或者造假,交接验收机制不完善,责任界限不清晰,问题节点

不能及时发现和整改,隐患就积累起来了,提升施工标准化程度、加大过程监管力度,是有效防治渗漏的关键。

2 防渗关键节点类型与渗漏高发部位识别

在地下工程里渗漏往往聚集在特定的结构节点,若能识别出防渗的关键部位并弄清楚其容易渗漏的缘由,就能提前制定出有针对性的控制措施让工程整体的防水性能得以提升。

2.1 结构接缝部位

地下工程里,结构接缝在防渗方面既是重点也是薄弱之处,像施工缝、变形缝与沉降缝等都属于结构接缝,混凝土分段浇筑、结构应力释放、地基不均匀沉降等因素很容易让这些缝隙变成渗漏通道。施工缝的两次混凝土结合面有物理弱界面,若施工前没清理干净、凿毛不充分或者止水带设置没效果,冷缝或者缝隙渗水就经常出现。变形缝主要承担结构位移变化的压力,缝宽设置不合理或者变形缝止水材料选型不对,如橡胶止水带断裂、位移超限,也会造成漏水。沉降缝要是没合理布置,受地基沉降影响容易出现剪切开裂,使得缝体失稳,渗漏范围进一步扩大,材料质量、施工工艺和位移控制等多方面要求在接缝防水中必须落实,任何一个环节疏忽,都可能成为渗漏高发之处。

2.2 穿墙管线节点

穿墙管道、套管和预埋件等穿越结构的节点是渗漏的高风险区域,这些节点有结构不连续、材料过渡复杂的情况,密封处理难度不小,穿墙管线施工时若没设置防水翼环或者翼环和墙体结合不紧密,混凝土收缩或者管材热胀冷缩时就会产生微裂缝形成渗水通道,并且有些工程里管线预埋位置不准、封堵混凝土回填不实或者用砂浆代替防水混凝土会降低节点密封的可靠性,不同材质的弹性模量有差异,温度一变化接缝就容易开裂,管线集中穿越的区域像地下设备房、管廊交汇点得用刚柔结合的多道密封措施,施工时严格定位和复核以保证整体密封性能达到设计要求。

2.3 地下出入口与节点衔接

地下工程的出入口处,像车行坡道、人行通道、电梯井以及和地面结构相连的地方,结构形态复杂、荷载频繁变化,常变成渗漏隐患的集中区域,这些部位一般有标高变化、结构断面过渡、施工拼接频繁的情况,防水层的连续性很难保证,地面和地下结构连接处尤其如此,要是没采用柔性过渡结构或者防水构造断裂了,沉降差异或者车辆荷载一作用,就容易产生裂缝,防水系统就被破坏了,并且出入口坡道迎水面要是没设置导水层或者排水不顺畅,水压就会集中,渗水现象就更严重了,电梯井部位一直受地下水渗压影响,底板和井筒交接处理不严密的话,底部涌水或者井道积水很容易出现,在这些结构转换和衔接的部位,得重点把细部构造设计和防水层连续性控制好,再加上后期注浆、排水措施来双重保障,从根源上减少渗漏风险。

3 关键节点施工控制的技术措施与工艺要点

地下工程防渗效果好不好,关键就看节点部位施工控制是否精细,优化技术与工艺手段来提升关键节点施工质

量是达成整体防渗目标的核心办法。

3.1 施工缝处理要点

地下结构分段施工必然会产生施工缝,而施工缝也是渗漏经常发生的重要通道,整体防水性能和施工缝处理质量息息相关,因此设计阶段要先明确施工缝位置,且避开结构应力集中区或者迎水面以合理安排分段位置,并且施工之前旧混凝土面必须凿毛,浮浆、杂质和松散混凝土要彻底清除,这样新旧混凝土才能紧密结合,由于保障缝体水密性的关键在于设置止水带,应采用中置式橡胶或者钢板止水带,而且定位要准、固定要牢,施工时不能移位,浇筑新混凝土之前,接缝处要保持足够湿润,必要时使用界面处理剂增强黏结力,浇筑的时候要增强振捣使其密实,不能产生冷缝、蜂窝麻面这些缺陷,浇筑之后要赶紧覆盖养护,控制好温度和湿度以降低早期裂缝风险,通过系统的工艺措施最大限度降低施工缝渗漏概率。

3.2 止水材料施工控制

防渗体系里,止水材料是核心构件,节点防水效果直接取决于其施工质量,不同节点类型需选用适配材料,像结构接缝处往往用橡胶止水带、止水钢板,穿墙管道部位适用止水环、防水套管等构件,施工时要严格按设计规范布设材料,保证止水带处在中间位置、平直、不扭曲且固定牢固、不被拉裂或弄脏,止水钢板搭接处要焊接严实、不能漏焊且表面要除锈,可膨胀止水条之类的材料安装时间要控制好,否则在空气中暴露久了提前吸水膨胀就会失效,密封胶和防水涂料要按比例搅匀并按工序分层施工,保证厚度一致、没有漏刷的情况,施工完要做细部检查和渗水试验,有缺陷就赶紧修补,让防水构造完整连续、密封严实,全面提高节点的耐久性和抗渗性。

3.3 重点节点施工流程管理

保障关键节点质量的基础是科学合理的施工流程管理,要制定详细施工技术方案和节点专项施工图以明确各类节点处理工艺、材料要求和质量标准,正式施工前需组织技术交底、开展样板引路、统一作业标准以避免操作随意性,施工过程中要实施旁站监理、进行全过程质量跟踪并重点检查节点预埋、缝体处理、止水构件安装等环节且每一道工序合格才能进行下一步作业,施工时要同步记录关键工艺参数和质量验收数据以便于问题追溯和过程改进,大体积混凝土、深基坑接头等特殊节点要配备专用器具和技术人员且必要时采用信息化管理手段进行动态监测,并且不能忽视成品保护,要安排专人养护已完成节点防止人为破坏或者污染并确保后续施工中防渗构造不被削弱,实施制度化、标准化、流程化管理就能实现关键节点施工全生命周期质量控制。

4 防渗质量保障体系的构建与实施路径

地下工程防渗光靠施工工艺无法全面消除渗漏隐患,要构建系统化质量保障体系并明确管理机制和实施路径才是确保工程防水效果长期稳定的关键。

4.1 质量控制体系构建

要保障防渗质量,得建立起涵盖设计、材料、施工以

及验收等全过程的完整质量控制体系,设计阶段明确防水等级、节点构造要求和细部做法,为后续施工提供依据,在材料方面实行原材料准入制度,止水带、密封胶、外加剂等关键材料必须经过型式检验和现场复验,不能以次充好,施工时制定节点专项施工方案,细化每个施工工序的操作要点和验收标准,做到有图可查、有据可依,质量控制体系中设专职质量员,对关键节点旁站检查、对隐蔽工程进行验收以增强现场执行力,项目上建立“三级质量验收”机制即班组自检、技术员复检、监理抽检,层层把关形成闭环控制链,从源头上提高整体防渗质量。

4.2 信息化与过程监测

信息化管理手段的引入能显著提升防渗质量的可控性与透明度,通过建立施工节点信息数据库,录入各类节点的施工时间、操作人员、材料使用情况以及验收结果使过程可追溯,设置关键节点二维码标识以便后期定位与复检,在防水层施工时采用红外热像、视频巡检等非破坏性检测手段实时监测并及时修补潜在隐患,在深基坑工程和高地下水区域布设水压监测、结构应力监测等传感系统,借助数据平台实时掌握结构受力和水位变化趋势以预判渗漏风险并实施动态管控,信息化工具不仅提升数据管理效率,还让质量控制更系统更科学,为精细化防渗管理提供技术支撑。

4.3 全周期质量保障机制

地下工程防渗不能只在施工阶段下功夫,得建立涉及设计、施工、运维全周期的质量保障机制,项目一开始就要组织多专业协同进行设计审查,优化防渗结构与节点细节以防止方案出现冲突和遗漏,施工时要动态交底、更新技术并根据现场情况及时优化防水工艺和流程,工程竣工后要建立防水档案,包含节点施工记录、试验检测数据、隐蔽验收资料等给运维提供依据,使用阶段得定期检查防水状况且对沉降缝、电梯井、管廊连接处等重点部位进行专项巡查和维护,若发现渗漏就要快速启动响应机制,联合设计、施工、运维单位排查原因并修复以保证问题处理形成闭环,靠制度化管理和多环节协同长效保障地下工程防渗质量并动态优化。

5 提升防渗成效的综合对策与工程实践应用

提升防渗效果不能只靠优化单一环节,而是要系统联动、多措并举,根据工程实践经验来探索科学合理的综合对策,这对实现地下工程防渗长效、安全与可靠有帮助。

5.1 统筹规划与源头优化

地下工程防渗效果要提升,项目前期就得进行统筹规划与系统设计,从源头上把控渗漏风险,在可行性研究阶段,要充分调研地下水位、地质条件以及周边水源影响,合理评判工程渗漏风险等级,明确防水设计策略,而且设计图纸要细化节点构造处理、止水系统布局以及排水导向路径,施工缝、穿墙管和结构转换处得优先专项深化设计,工程各参建方得协同审图,预先找出可能存在的防水冲突,保证设计阶段能闭环优化,这样源头治理好了,整个防水系统就有科学性、系统性和前瞻性,给后期施工和运维奠定坚实基础。

5.2 创新技术与材料应用

提高防渗成效,技术与材料的创新是重要驱动力,施工工艺上可推广自愈型混凝土、双重止水构造、负压注浆技术等新型工法以增强结构自动封闭和抵御水压能力,材料应用方面要逐步采用膨胀橡胶止水条、高分子耐水密封胶、抗渗混凝土等高性能防水材料,因其黏结性、耐久性和适应性良好可显著提升节点防渗能力,特殊部位像深基坑、车库顶板可结合喷涂防水涂料和卷材复合构造以实现多层次多屏障防水,也要重视设备安装节点的防渗处理,采用柔性衔接、刚柔结合等复合技术手段可提升复杂部位整体密封性,通过技术升级、材料替代,地下工程防渗能力不断朝着“自控、可修、可追溯”方向转变。

5.3 典型工程实践借鉴

众多地下工程实践中,防渗综合对策可从一些典型项目的成功经验里得到有益借鉴,如某大型地铁工程,施工缝处理采用“钢板止水带+自愈型止水胶”复合工艺提升了接缝密封稳定性,穿墙管道节点统一用防水套管还配套柔性密封层有效解决了多种材质管线穿越结构时的渗漏隐患,工程管理方面实施“样板引路+过程巡查+数字化台账”三位一体控制模式确保了节点工艺标准化、施工可追溯、防水问题可溯源,部分工程运营阶段建立“定期巡检+渗漏预警+快速修复”响应机制实现了从设计、施工到运维的全流程质量闭环,总结推广这些成功实践能让今后地下工程有可复制、可落地、可优化的防渗解决路径并提升行业整体防水技术水平。

6 结束语

地下工程防渗漏这项任务系统性和综合性很强,技术与管理的都得跟上,得从设计的优化、节点的控制、施工工艺、材料应用以及质量管理等好多方面协同推进,找出高风险的部位并强化关键节点施工控制,构建起全过程的质量保障体系,凭借先进技术和工程实践经验有效提升地下结构的防渗性能和耐久性,以后要不断推动标准化和信息化融合使用,建立一个能覆盖全生命周期的防渗管理机制,使地下工程建设从“堵漏补强”转变成“预控保障”,这样城市基础设施安全运行才有切实保障。

[参考文献]

- [1]蒋小斌.群体建筑地下工程防渗综合措施探析[J].安徽建筑,2019,26(7):231-232.
- [2]刘建明.高水位场地地下工程防渗漏施工关键技术研究.陕西省,陕西建工第二建设集团有限公司,2019-05-11[Z].
- [3]胡居凯.建筑工程防渗漏措施及技术应用研究[D].扬州:扬州大学,2022.
- [4]张洪瑞.地下防水工程渗漏原因分析及防水措施解决研究[J].中国建筑金属结构,2022(1):38-40.
- [5]陈顺.房屋建筑防渗漏施工技术要点研究[J].城市建筑,2024,21(16):206-209.

作者简介:徐善亮(1993.12—),男,江苏南通人,汉族,本科学历,工程师,就职于浙江省二建建设集团有限公司,从事技术质量工作。