

基坑围护结构渗漏的堵漏技术

蔡文盛

(福建省闽北地质大队,福建邵武 354000)

摘要:对基坑围护结构渗漏类型进行了划分。按照基坑渗漏深度位置划分为:开挖面以上渗漏和开挖面以下渗漏两种;根据围护结构所使用的材料划分为:钢筋混凝土缝隙渗漏和水泥土缝隙渗漏。结合工程实例,介绍了疏堵结合,先疏后堵的堵漏技术,以及 3 种简易有效的堵漏措施。

关键词:渗漏类型;疏堵结合;瞬凝混凝土堵漏法;膨胀堵漏法;单管双液注浆堵漏法

中图分类号:TU473.2 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2007)S1-0215-04

上海市的地下水极为丰富,地下水埋深通常在 0.5~1 m 之间,基坑开挖越深,止水帷幕承受的水压越大,对基坑围护止水方案设计及施工质量要求就更高。目前用于基坑围护的措施很多,施工工艺都已经较为成熟,但是难免出现止水帷幕渗水、漏水的情况。基坑围护一旦出现渗漏,不仅影响地下室土建施工,而且还会给周边环境造成破坏,引发煤气、上水、电力、通信等管线变形破坏,道路、建(构)筑物坍塌等灾难,危害性很大。

基坑开挖有其高风险的特殊性,往往要求在短时间内解决堵漏问题,因而急需探寻一些有效的堵漏措施。

1 基坑围护渗漏类型划分

基坑围护止水帷幕渗漏情况较复杂,为了堵漏,必须对渗漏类型进行划分,分别治理。笔者通过多个基坑施工实践,认为根据渗漏深度位置的不同,可分为基坑开挖面以上渗漏(俗称“明漏”)和基坑开挖面以下渗漏(俗称“暗漏”);根据所用的材料不同,又可分为钢筋混凝土缝隙渗漏和水泥土缝隙渗漏。

2 堵漏措施及其施工工艺

目前能查到专题介绍基坑堵漏的资料和成功的堵漏实例并不是很多,因而遇到这种情况,往往让人觉得束手无策。笔者在基坑堵漏实践中,针对不同的渗漏位置和围护结构材料主体,采取相应的堵漏措施,成功地完成了多个基坑工程堵漏。

2.1 开挖面以上渗漏的堵漏措施

对“明漏”堵漏时,应根据围护结构所用的材料不同分为钢筋混凝土缝隙渗漏和水泥土缝隙渗漏两种,堵漏施工时应分别治理。

2.1.1 钢筋混凝土缝隙渗漏

基坑开挖面以上,以钢筋混凝土材料为主体的围护结构,如钻孔灌注桩、地下连续墙等,基坑开挖后,如出现局部缝隙渗漏,可以充分利用钢筋混凝土强度高、胶结性能良好的特性,进行堵漏。针对这类渗漏,我们采用的堵漏方案是:先疏后堵。即在渗漏处预埋导流水管,将渗漏出来的水疏导出去;然后在缝隙间使用瞬凝(钢筋)混凝土封堵,待混凝土达到一定强度后,最后封堵导流管。

2.1.1.1 堵漏材料

堵漏材料简单,包括导流水管、瞬凝水泥、填充物。

(1) 导流水管:可以根据渗漏水量大小选择管径,一般可以选择直径 0.5~1 in (Ø12.7~25.4 mm) 的橡塑管、胶管或钢管,导流管长度根据渗漏空间情况选择,配套 16 号细铁丝或木塞若干。

(2) 瞬凝水泥:S 型瞬凝水泥(初凝时间 1~2 min,终凝时间 2~3 min)。早强发挥迅速,水灰比为 0.4 时,4 h 抗压强度 ≥20 MPa,1 天抗压强度 ≥40 MPa。具有微膨胀等特性^[1]。配套黄砂、碎石(粒级 5~15 mm,俗称“瓜子片”)。

(3) 填充物:旧棉絮或废旧布料若干。

2.1.1.2 堵漏施工工艺

堵漏工艺流程:清除混凝土表面→充填空洞→安装钢筋网片→固定导流管→立模板→拌制瞬凝混凝土→封堵缝隙→混凝土养护→封堵导流管。

收稿日期:2007-05-30

作者简介:蔡文盛(1964-),男(汉族),福建莆田人,福建省闽北地质大队探矿副总工程师、高级工程师,探矿工程专业,从事建筑桩基工程施工技术管理工作,福建省邵武市溪北路 68 号,caiwsh@126.com。

(1) 凿除渗漏部位表面的泥土和杂质, 露出新鲜混凝土面。

(2) 空洞较大, 可以使用旧棉絮或废旧布料塞填。

(3) 如果缝隙较大, 可将混凝土中的钢筋凿出, 焊上钢筋网片, 或绑扎铁丝网片, 以固定混凝土。

(4) 在缝隙中合适的位置安放固定导流水管, 导流水管要深入缝隙一定长度, 也要露出封堵混凝土一定长度。

(5) 如果缝隙更大, 应在缝隙外立模板, 以防止混凝土流失。

(6) 使用瞬凝水泥拌制混凝土, 封堵缝隙。封堵时要保持导流水管畅通, 并将导流水管固定在封堵混凝土的中间。

(7) 混凝土养护数小时(一般为 4 h 以上), 达到一定强度后(20 MPa 左右以上)^[1], 即可封堵导流管(导流管, 可用木塞或者堵头封堵; 橡塑或橡胶软导流管, 只要将露出的导流管弯折绑扎即可)。

2.1.1.3 应用实例及效果

上海市中心某医院门诊大楼, 紧邻市政高架道路。基坑开挖深度 10 m 左右, 局部 12.5 m 左右。基坑围护结构采用 Ø850 mm 钻孔灌注桩挡土, Ø700 mm 双排深层搅拌桩止水, 两道钢筋混凝土内支撑。由于围护施工前没有完全清除地下遗留的旧混凝土基础和木桩, 局部深层搅拌桩施工质量受到影响, 导致基坑开挖后渗漏。使用上述措施进行堵漏后, 全部堵住渗漏, 保证了地下室的顺利施工, 以及周边建筑物、管线、市政高架道路的安全。

2.1.1.4 可能存在的缺陷及其解决方案

当渗漏水压力较大时, 虽然渗漏点被堵住了, 压力水又可能从其他薄弱部位突破出来。出现这种情况, 应对其他被压力水突破的部位继续堵漏, 为了避免这种情况重复发生, 再次堵漏时可以不封堵导流管, 这时应当在导流管人口处增加过滤材料, 如安装过滤网、过滤布等, 以阻止地基土中流失过多的泥沙, 形成新的空洞。

2.1.2 水泥土缝隙渗漏

基坑开挖面以上, 以水泥土材料为主体的围护结构, 如深层搅拌桩、SMW 工法等, 基坑开挖后, 出现局部渗漏。由于水泥土的强度低、胶结性能差, 使用上述瞬凝混凝土加导流管堵漏法, 堵漏难度较大。为此, 我们在实践中探索出另一种疏堵结合的物理“膨胀材料堵漏法”, 方法简单易行, 效果较好。

2.1.2.1 堵漏材料

(1) 吸水膨胀材料: 常用的有价格低廉的干海带, 根据其干湿程度, 体积膨胀率可以达到 100% ~ 500%。

(2) 材料袋: 常用塑料编织袋或布袋等, 配套铁丝若干。

2.1.2.2 堵漏施工工艺

堵漏工艺流程: 修挖渗漏缝隙 → 材料准备 → 充填缝隙空洞 → 顶撑膨胀材料 → 膨胀材料吸水膨胀。

(1) 把渗漏点挖成“里大外小”的洞隙, 便于安装膨胀材料。

(2) 根据缝隙空间情况, 把膨胀材料装入材料袋, 在材料袋定向膨胀方向划出几道口子, 以便膨胀材料吸水膨胀。

(3) 安装膨胀材料, 要塞紧渗漏缝隙。

(4) 有时因为渗漏缝隙过大, 必要时还要对膨胀材料进行顶撑固定。

(5) 膨胀材料需要数十分钟, 甚至数小时吸水后物理膨胀, 充盈缝隙, 达到堵塞缝隙, 阻止流沙、流泥的目的。

2.1.2.3 应用实例及效果

上海市中心某高层商办楼, 基坑开挖深度 6.5 m, 围护主体使用 Ø700 mm 灌注桩挡土, Ø700 mm 双排深层搅拌桩止水, 一道拱型混凝土内支撑, 局部围护利用原有的深层搅拌桩重力坝, 由于新旧搅拌桩位置误差和施工时间差异, 接头出现施工缝。基坑开挖时渗漏严重, 泥沙与水俱下。采取上述措施, 阻止了泥沙的流失, 明显缓解了渗漏。

2.1.2.4 可能存在的缺陷及其解决方案

使用膨胀材料对缝隙进行堵塞, 堵住缝隙后还会有少量的清水渗漏。堵住这类渗漏缝隙后, 虽然可以防止流沙、流泥, 以及管涌的发生, 缓解渗漏, 减轻基坑围护渗漏对周边环境的影响, 但这一措施的缺陷是不能完全止水。使用这种堵漏措施之后, 如果水压力明显降低, 可以使用上述先疏后堵的堵漏方案, 彻底封闭渗漏点, 达到彻底止水的目的。

2.2 “暗漏”及严重“明漏”的堵漏措施

“暗漏”及“明漏”很严重时, 上述两种堵漏措施不一定能够达到预期的效果。

我们曾经施工的上海某大学理化大楼基坑围护工程, 基坑开挖深度接近 7 m, 基坑围护采用复合土钉墙。由于合同商定围护方案费用包干使用, 总承包单位为了节省施工成本, 对围护止水方案进行了简化, 只使用 Ø700 mm 单排深层搅拌桩止水, 围护墙自上而下设计 7 排长度 12 ~ 14 m 的土钉。地质

资料显示,深度3~13 m的范围为高含水量的砂质粉土,俗称“流沙”层。基坑开挖后,出现多处严重的“明漏”及“暗漏”,危及距离基坑边缘6 m左右受保护的教学楼。

经会同设计单位、总承包单位技术人员论证和评估,我们提出注浆法堵漏。即使用水泥浆-水玻璃浆液作为注浆材料,将水泥、水玻璃分别配成两种浆液,并按一定的比例,用两台注浆泵,通过同一注浆管,在渗漏的地基土中同一深度交替注入两种浆液(即“单管双液”注浆法),自下而上分层注浆堵漏。得到了设计和总承包技术人员的认可。

2.2.1 注浆法堵漏的机理

通常认为注浆法堵漏有两种作用机理。

第一种作用机理是劈裂作用机理。即高压浆液克服地层的初始应力和抗拉强度,使土层沿垂直于小主应力的平面上发生劈裂^[2]。高压水泥浆作为堵漏主材料,在高泵压的作用下,水泥浆将突破最薄弱部位的地基土,或沿着已经开露的渗漏缝隙渗流。由于通道打开了,随后泵送的水玻璃也将沿着相同的渗流路径渗流,追随水泥浆,促使水泥浆迅速凝固,达到堵塞渗流通道的目的。

第二种机理是浆泡作用机理。即水泥浆在高泵压的作用下,使土体压缩,形成类似气球的浆泡,紧靠浆泡周围的土体受到严重破坏和剪切,形成塑性变形区,土体密度因扰动而减小,却因注入水泥浆而加固;离浆泡较远的周围土体,发生弹性变性,土体密度明显增加,变得更加密实^[2],渗透能力因而降低了,达到提高地基土的承载力和阻止渗漏的目的。

2.2.2 注浆范围及注浆孔布置

在基坑围护止水帷幕外,以渗漏点为中心,大约1 m范围,注浆孔平面中心距控制在0.5 m以内,排间距≥5 cm,呈梅花形布置。注浆孔深度不超过围护止水帷幕深度,也不少于开挖面以下2 m。堵漏注浆孔平面布置见图1。

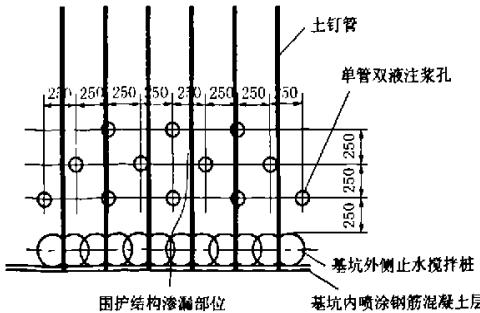


图1 堵漏注浆孔平面布置示意图

2.2.3 注浆方式及材料

注浆管全孔振动插入,单管双液交替注浆,自下而上分层注浆,分层厚度≥0.5 m。

使用32.5 MPa普通硅酸盐水泥。水玻璃浓度40波美度,模数2.8~3.4^[3]。

2.2.4 注浆设备

孔内使用单节长度约1.2 m的Φ25 mm镀锌钢管(最好是耐压比较好的无缝管)作为注浆管,注浆管前端连接带锥形头的单向阀,孔外注浆管使用钢丝编织胶管。

改装后的ZD50型混凝土平板振动器作为插管设备。注浆泵选用SYB50-45Ⅱ型液压泵(压力0~20 MPa,流量0~16 L/min)。灰浆搅拌机选用容量0.18 m³的强制式搅拌机。

2.2.5 注浆参数

水泥浆的水灰比控制在0.6~1;水泥浆与水玻璃的体积比控制在0.5~1^[3];回次上拔注浆管间距0.5 m,时间不少于两种浆液注完后停滞稳定5 min以上。

回次注浆终止条件之一:注浆压力达到0.5 MPa;或回次注入水泥浆量0.5 m³,水玻璃量0.25 m³;或肉眼能够看到浆液从基坑里、地表,以及其他孔口冒出。

2.2.6 注浆顺序

注浆顺序的原则是:(1)由外而内,即先施工远离渗漏点的注浆孔,后施工靠近渗漏点的注浆孔。由内而外的目的是先形成止水帷幕,后在帷幕内注浆保证堵漏效果;(2)间隔跳跃,即完成一个注浆孔后,要远离刚施工完成的孔位施工注浆孔,避免穿孔跑浆。

2.2.7 注浆堵漏工艺

注浆堵漏施工工艺流程见图2。

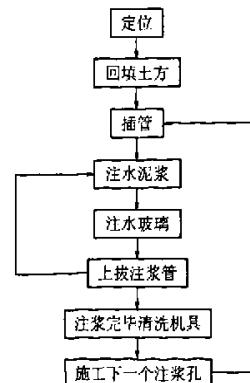


图2 注浆堵漏施工工艺流程图

(1) 在渗漏的围护部位做好定位标志。在渗漏部位的基坑中局部回填土方, 回填时应分层压实处理。

(2) 使用振动器将注浆管分别插到预定深度。同时按照水灰比 0.6~1 范围内拌制水泥浆(建议使用水灰比 0.8), 按照计算的浆液配比下料, 必须先加水, 再边搅拌边加水泥, 水泥浆的搅拌时间应控制在 60 s 左右, 搅拌均匀后必须过滤后方可倒入储浆桶, 严防块状物进入注浆管。水泥浆在储浆桶内的静置时间超过 2 min 时, 必须搅拌数次, 以减少固相的沉淀。

(3) 采购到的水玻璃波美度若超过 40 时, 应加水搅拌稀释, 便于泵送。稀释时使用波美计测量波美度^[3]。

(4) 施工前检查设备状况, 以及管路通畅情况。在注浆管上连接带有 2 个闸阀的三通, 分别连接水泥浆注浆泵和水玻璃注浆泵。注浆施工见图 3。

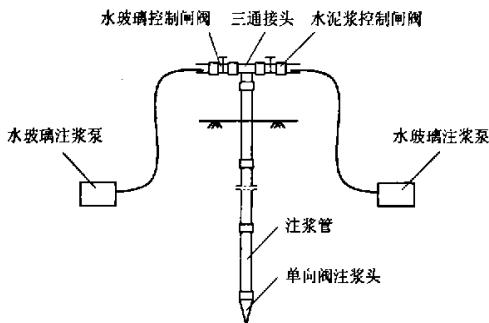


图 3 注浆施工示意图

(5) 采用单管双液交替注浆。每回次注浆时, 先注入一定量的水泥浆, 达到终止注浆条件后, 再在同一深度位置注入适量的水玻璃, 用水玻璃来促使已注入的水泥浆迅速凝固。

自下而上注浆施工工艺: 关闭水玻璃注浆闸阀, 启动水泥浆注浆泵, 打开水泥浆注浆闸阀, 每注入水泥浆, 达到终止注浆条件后, 关闭水泥浆注浆闸阀和注浆泵; 然后启动水玻璃注浆泵, 打开水玻璃注浆闸

阀, 注入水玻璃, 达到终止注浆条件后, 关闭水玻璃注浆闸阀和注浆泵完成一个注浆回次。回次完成关闭所有闸阀闭浆 5 min 左右, 把注浆管向上提升 0.5 m, 再重复上述注浆操作, 如此往复直到接近地面。

(6) 注浆过程中, 经常观察注浆量、注浆压力和周围地表以及基坑内冒浆的情况, 发现达到终止条件应及时终止注浆。在注浆量很少和注浆压力很小的情况下出现冒浆, 应该在一个注浆回次完成后, 停稳 15~30 min 后再次注浆, 直到注浆量达到要求为止。

(7) 注浆完毕, 需经过 24 h 以上的养护后, 方可重新开挖基坑土方。

实践证明, 采用水泥浆 - 水玻璃单管双液交替注浆堵漏, 有效地封堵了基坑的严重渗漏, 保证了学校旧教学楼的安全和地下室的顺利施工, 受到围护方案设计和总承包单位的好评。

4 结语

上述 3 种堵漏施工工艺, 经过现场实践证明, 效果良好。除了注浆法堵漏较为复杂、成本较高, 以及需要动用机械设备外, 其它两种方法都很简便易行, 成本低廉, 只要手工操作就能解决问题。

基坑围护结构有时难免发生局部渗漏, 一旦发现渗漏, 应当及时采取有效措施堵漏。如果堵漏不及时, 措施不当, 很容易导致不良后果。堵漏前应先分析围护结构材质, 渗漏位置和严重程度, 采取有针对性的堵漏措施, 做到有效堵漏。

参考文献:

- [1] 张作. 地基处理手册(第七章):灌浆法[M]. 北京:中国建筑工业出版社, 1988.
- [2] 陈金山, 等. 灵岩寺隧道软弱围岩浅埋偏压段注浆加固技术[J]. 西部探矿工程, 2002, (6).
- [4] 王寿华, 马芸芳, 姚庭舟. 实用建筑材料学[M]. 北京:中国建筑工业出版社, 1988.