

充填灌浆在建筑工程基础加固处理中的应用

张中印 李 丹

中国南水北调集团中线有限公司渠首分公司 河南 南阳 473000

摘 要: 水工建筑物多数临水而建, 在多年运行后, 基础受水环境影响易发生异常沉降问题。面对既有建筑物基础沉降, 常见的处理措施为注浆加固和微型桩加固。本文以某水工闸门控制建筑物基础不均匀沉降处理为例, 阐述了充填灌浆在人工回填土基础沉降中的应用, 探讨了基础异常问题的发生的原因, 明确了充填灌浆加固施工的技术要点, 分析了充填灌浆的技术优势, 为业内同仁提供一些参考意见和建议。

关键词: 基础沉降; 充填灌浆; 加固处理

引言: 水工建筑物多临水布设, 长期运行中基础易受水环境侵蚀引发异常沉降, 严重影响结构安全与使用性能。针对既有水工建筑基础不均匀沉降, 注浆加固与微型桩加固为常用处理手段。本文结合某水工闸门控制建筑物基础沉降治理工程, 分析沉降成因, 详述充填灌浆在人工回填土基础加固中的施工要点与技术优势有着重要意义。

1 工程概况

南水北调中线某大型河渠交叉渡槽为1级主要建筑物、3级次要建筑物, 轴线总长1030m, 由9段组成, 进口渠道连接段设退水闸。退水闸首为1级, 泄槽等为3级。进口渐变段右岸设15m×8.1m、高17.3m的3层降压站, 主体为钢筋混凝土现浇框架, 筏板基础厚60cm, 地基自上而下为1m水泥改性土、8m弱膨胀土及原状土。

2 异常沉降及处理必要性研究

2018年发现降压站(管理用房)与退水闸建筑物之间的外墙真石漆出现因挤压变形导致脱落的情况, 于2018年7月在退水闸构造柱上和降压站(管理用房)周围墙体上共增加了10个垂直位移墙标, 用于监测该部位建筑物的沉降变形情况, 1、2、9、10号监测点位于退水闸周边边墙混凝土顶部。3-8监测点位于降压站周边墙脚上, 3、8号监测点位于接近退水渠侧, 5、6号监测点位于远离退水渠侧。

通过监测发现位于降压站(管理用房)临渠道面门口和下游侧墙角墙标BM07、BM08及背渠道面与其对称位置墙标BM04、BM03累计沉降量较大, 截至2024年2月累计沉降量分别达到了43.24mm、54.24mm、35.27mm、46.73mm, 并且仍处于沉降状态; 自监测以来平均年变化速率分别为7.86mm/年、9.86mm/年、6.41mm/年、8.50mm/年; 对应邻近墙标BM06、BM09、BM05、BM02累计沉降量相对较小, 分别为21.58mm、3.22mm、22.92mm、18.49mm, 自监测以来平均年变化速率

分别为3.92mm/年、0.84mm/年、4.17mm/年、3.36mm/年。BM07、BM08、BM04、BM03与上述对应邻近墙标沉降差分别为21.66mm、51.02mm(未扣除时间差沉降量20.01mm)、12.35mm、28.24mm。沉降观测过程线见图2.1-1。

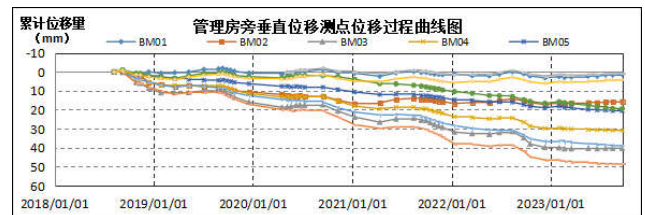


图2.1-1 降压站(管理用房)垂直位移墙标测值过程线

通过对监测数据和现场情况初步分析得出: 发生不均匀沉降可能与靠近退水闸一侧土体回填施工质量有关。受退水闸侧壁影响, 靠近退水闸侧壁与远离退水闸侧壁回填土施工质量存在差异, 导致降压站(管理用房)靠近退水闸一侧降压站(管理用房)建筑物主体沉降量较大。降压站不均匀沉降情况目前仍未收敛, 建筑物顶部与退水闸构造柱已出现明显挤压情况, 管理房高度为15.4m为多层房屋。依据《危险房屋鉴定标准》JGJ 125-2016第4.2.1条, 目前降压站均不存在该条款相关情况, 因此降压站未处于危险状态。鉴于降压站多年来沉降一直未收敛, 并且对相邻退水闸启闭机房产生挤压; 退水闸降压站基础为弱膨胀土回填, 部分回填区域依旧可能存在薄弱部位。综合考虑退水闸的受力状态及降压站基础的不确定性, 有必要进行基础处理, 以抑制降压站沉降的持续恶化^[2]。

3 加固处理方案

根据监测数据及现场探测情况, 结合南水北调总干渠以往类似情况的处理措施, 压站基础填土拟采用充填灌浆处理。

根据降压站布置情况,除相邻退水闸侧外,其他三侧布置灌浆孔(如图3.1-1显示)。

1)上游侧(退水闸流向):在上游侧布置三排灌浆孔,第一排距降压站边墙为2.0m,端部距退水闸边墩1.5m,间排距为1.5m。

2)下游侧(退水闸流向):在下游侧布置三排灌浆孔,第一排距降压站边墙为2.9m,端部距退水闸边墩1.5m,间排距为1.5m,由于下游侧位置的所限,不能满足钻机的操作,因此在下游边坡填筑5m宽的钻孔操作平台,填筑料为就近土料,施工完成后,边坡恢复原貌。

3)背离侧(背离退水闸):在背离侧布置三排灌浆孔,第一排距降压站边墙为3.5m,端部与上、下游侧灌浆孔相接,间排距为1.5m。

4)为了更好的密实降压站基础填土,灌浆孔均为斜孔,角度范围为 $60^{\circ} \sim 15^{\circ}$,斜孔长度范围为19m~9m,孔排间距均为1.5m,灌浆孔按梅花型布置,分二序钻孔灌浆,成孔直径110mm。

5)灌浆沿退水闸水流方向顺序为先下游侧、再上游侧,最后降压站进口侧,三排灌浆孔的顺序为由外向内依次灌浆^[2]。

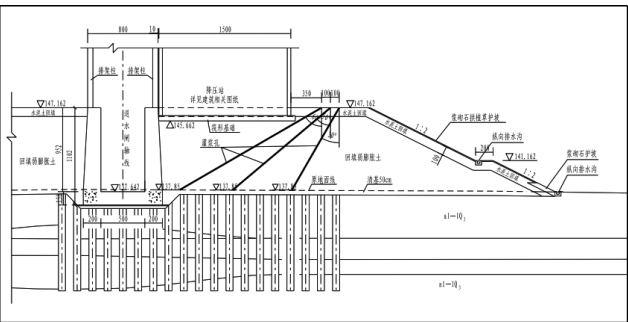


图3.1-1 降压站上、下游侧灌浆处理示意图

4 充填灌浆施工措施

4.1 施工程序

钻孔灌浆法施工工艺为:造孔→沉管→制浆→灌浆→封孔。

4.2 灌浆材料

(1) 泥浆的主要指标

灌浆材料采用粘土水泥浆,粘土选用成浆较高、收缩率较低、稳定性较好的粉质粘土或重粉质粘土。灌浆水泥采用强度等级不低于42.5级的普通盐硅酸盐水泥,初拟浆液水、水泥、粘土比为2:1:1.5~2.0,部分吸浆量大的一序灌浆孔可适量提高粘土材料中的砂粒含量,浆液最终配比根据灌浆试验确定。

钻孔灌浆制浆土料和浆液物理力学性能的要求应满足《土坝灌浆技术规范》(SL564-2014)第3.4.8条相关

要求。

(2) 泥浆的拌制

钻孔灌浆前先进行施工生产性试验,根据试验成果确定水泥掺量。制浆采用专用机械制浆。灌浆量少时可采用人工制浆,但土料应先在泥浆池内浸泡数小时,搅拌成浆,通过过滤筛清除大颗粒和杂物,灌浆前再通过36孔/cm²的过滤筛。机械拌浆的方法是:边加水、边加土、边搅拌。拌好后的泥浆放入储蓄池内存放。

4.3 钻孔

钻孔采用冲击转,钻孔深度不小于设计深度,应用干法造孔,不得用清水循环钻进,造孔过程中允许倒入少量水或泥浆以湿润土体。孔位应按设计要求布孔及造孔,造孔分两序进行;造孔偏斜不得大于孔深的2%。钻孔灌浆施工顺序按照先外侧后内侧的原则进行。钻孔不得破坏已有结构,不得破坏渐变段扶壁式挡墙底板和扶壁,注意避开电缆沟、硅芯管、测压管等。

4.4 灌浆

灌浆属低压充填式灌浆,灌浆机常用的有BW250/50型三缸泵,灌浆采用孔口阻塞、纯压式灌注。灌浆孔应当天钻,当天灌,防止孔眼搁置时间长,孔隙堵塞,影响灌浆效果。

灌浆分排、分序进行。先对I序孔轮灌,采用“少灌多复”的方法,待I序孔灌浆结束后,再进行II序孔灌浆。采用分段灌注方法,由下至上,下套管分段灌注,段长暂定2m,可根据现场实际情况调整。

(1) 注浆

灌浆开始先用稀浆,经过3~5min后再加大泥浆稠度。若孔口压力下降和注浆管出现负压,应再加大浆液稠度,浆液的容重按施工单位灌浆试验和监理人批准的技术要求控制。每次最大灌浆量及每孔灌浆次数按施工单位现场灌浆试验确定的技术指标控制。

(2) 复灌

复灌间隔24小时以内,重点部位视具体情况适当增加复灌次数和间隔时间。

(3) 灌浆结束标准及封孔

灌浆结束标准:

①当浆液升至孔口,注入率不大于1.0L/min后,继续灌注10~20min,可终止灌浆。

②如灌浆孔总灌入浆量较大,可先结束灌浆,等待复灌。结束灌浆标准的单孔灌入量根据灌浆试验情况确定。

当每孔灌浆结束后,应进行灌浆封孔。封孔时应将注浆管拔出,向孔内灌注密度大于1.5g/cm³的稠浆,多次灌注,直至浆面升至孔口不再下降为止。待孔口完全

析水后,应用含水率适中的制浆土料将孔口回填捣实整平。当长期达不到结束标准时,应报请监理人共同研究处理措施^[1]。

(4) 灌浆压力

I序、II序孔灌浆压力暂定为0.05~0.1MPa,最大压力由施工试验确定且不超0.1MPa。灌浆时每小时测定记录浆液容重与输浆量,每10天检测稳定性及自由析水率,浆液变化时随时加测。

灌浆中密切监测冒浆、串浆、地面抬动及侧向变形,异常立即停灌并报监理处理。冒浆、漏浆时,暂停灌浆,采用增大浆液比重、降压、间歇灌浆、封堵孔口或回填漏浆处等措施;串浆可两孔并灌,无法实施则封堵串浆孔单孔灌注。

地面裂缝时加大浆液浓度,慢灌、间歇灌注,积水需引排,完工后回填夯实或视情处理。吃浆量过大时排查隐蔽冒浆,无冒浆则判定存在空洞裂缝,采取增浓浆液、周边补孔、增加复灌次数、延长终孔时间等措施消除隐患。

(5) 地面表土塌陷或隆起

塌陷多系土体内的较大孔穴因灌入的泥浆析水引起土体湿陷变形所致,可改用浓浆继续灌注,已形成塌陷的,可用粘土料分层夯实回填。表土隆起应仔细分析隆起的原因,检查泥浆浓度、压力控制是否正常,如未发生有大的裂缝或土体滑动而产生,可采用减小灌浆压力,时灌时停的方法处理,隆起面积较大,问题严重的填土区应慎重对待。

灌浆过程中,应有专门人员检查布孔、造孔、工艺操作、浆液性能、综合控制情况、各孔终止灌浆达到的标准以及灌浆中出现的问题和处理情况等,并应有现场记录。

4.5 灌浆质量检查

质量检查在灌浆结束7天后进行,质量检查的主要内容为:灌浆区内部的质量(密度、连续性、均匀性)等。质量检测手段为地质钻配合重型动力触探试验或标贯试验,试验方法参照《建筑地基检测技术规范》(JGJ 340-2015)执行。

质量检测位置:检查位置为灌浆孔的中间部位,重点选择钻孔深度大,充填灌浆时吃浆量较大的部位。

质量检测要求:

(1) 灌浆后土体应连续,无架空现象,取芯2处与原检测成果形成对比。

(2) 含砂砾石料的填土区灌浆质量采用重型动力触探试验检查,动力触探深度从地面以下2米位置开始至钻孔灌浆孔底,每米做一次,深度修正后的动力触探试验

锤击数 $N_{63.5} > 10$ 。

(3) 粘性土填筑区灌浆质量采用标贯试验检查,标贯检查深度从地面以下2米位置开始至钻孔灌浆孔底,每米做一次,深度修正后的标贯锤击数 $N_{63.5} > 14$ 。

(4) 检测点数不小于4点。

(5) 提出质量检测报告。

4.6 抬动和侧向变形观测

在邻近灌浆孔的闸站、裹头边坡等部位设置抬动和侧向变形观测,抬动及变形允许值为0.2mm。

4.7 其他

本技术说明未作专门要求部分,按《水工建筑物水泥灌浆施工技术规范》(SL62-2014)、《土坝灌浆技术规范》(SL 564-2014)执行。

5 加固处理效果检查

该建筑物于2024年12月至2025年1月加固处理完成。施工完成后,按照要求对处理结果进行了相关检查和分析。

5.1 动力触探试验结果

组织试验检测单位按照技术要求对处理结果进行了重型动力触探试验,试验方法按照《建筑地基检测技术规范》(JGJ 340-2015)进行,实验结果按照规范要求进行处理,最终处理后的数据均大于14,满足达到了方案预期的目的。

5.2 监测结果分析

该建筑物加固处理以后,工程管理部门按照要求进行垂直沉降观测,在对观测结果处理分析后发现,工程处理完成一年来,建筑物基础沉降基本停止,变形趋向于收敛,说明基础达到了加固稳定的效果。

6 总结

该降压站建成运行多年,方案设计采用斜孔注浆,使注浆孔位于基础筏板下,浆液充分扩散以加固土体。施工期建筑物沉降速率增大,分析为浆液未充分固结导致基础承载力短暂下降。施工中通过降低灌浆速度、延长间隔、提高浆液水泥含量加速凝固,保障建筑物稳定。充填灌浆可有效加固水工建筑物地基,显著减缓沉降,提升结构稳定性。

参考文献

- [1]郭钢.公路桥梁裂缝碳纤维加固与处治效果分析[J].西部交通科技,2022(07):126-128.
- [2]叶建斌.桥梁结构碳纤维加固技术分析[J].运输经理世界,2022(01):92-94.
- [3]苗元耀.既有建筑结构加固改造原则及技术分析[J].工程技术研究,2024,9(12):34-36.