

强夯法处理橡胶坝 液化地基施工质量控制

马 军 邹正伟

张世宝

(郑州市水利建筑勘测设计院 450007) (华北水利水电学院 郑州 450011)

【摘 要】 索须河河道沿线存在中度及以上液化地基,液化地基在振动荷载作用下易造成橡胶坝底板倾斜、止水破坏甚至断裂,液化地基的处理是橡胶坝工程建设的关键技术问题之一。本文介绍了橡胶坝液化地基强夯施工的质量控制措施。检测结果表明 经强夯处理后,地基承载力和液化指数满足设计要求。该质量控制经验对类似工程建设具有一定的参考价值。

【关键词】 水利工程 液化地基 强夯 质量控制 橡胶坝

1 工程概况

索须河是郑州市贾鲁河的支流之一,由索河和须水河汇流而成,干流全长 22.77km,总流域面积 577.9km²,为了改善郑州市生态和人居环境,提高城市品位,沿河修建了多座橡胶坝,壅高了水位,扩大了水域面积,形成了靓丽风景。其中修建在 SX12+220 处的橡胶坝,位于黄河冲积平原上,为近代冲洪积而成(ALQ4—ALQ3),第四纪堆积物较厚,颗粒较细。地层总体趋势自西南向东北由薄变厚,厚度在 50~1000cm 之间变化,在 60cm 以内多为粉细砂和亚粘土,局部地区夹杂有淤泥质土和淤泥。根据《水工建筑抗震设计规范》(DL 5073—2000),结合钻孔实验,判定在勘探 15m 范围内,粘粒含量较低,地下水埋藏浅, SX9+536~SX15+198 段存在严重液化问题。根据我国 2001 年发布的 1:400 万《中国地震动峰值加速度区划图》,郑州市抗震设防烈度为Ⅶ度,设计基本地震加速度为 0.15g,设计地震分组为第一分组。设计要求夯实机械采用 20t 履带式起重吊车,夯锤重 10t,夯锤落距不小于 10m。处理范围为橡胶坝轴线前后 20m 范围内,夯点按梅花形布置,夯距 4m,夯击次数 3 遍,先间夯,最后一遍用小能量低锤满夯,要求处理后的地基趋于稳定后其标准贯入击数实测值大于标准击数临界值^[1]。

2 强夯质量控制

2.1 强夯前的质量控制

a. 组织图纸会审和设计交底。施工前,由监理组织设计、施工单位等召开设计图纸会审交底会。会上由设计单位介绍强夯范围、布点范围、单击夯击能、夯击遍数、处理后应达到的地基承载力特征值指标以及施工注意事项等,使施工人员对设计意图更加了解,便于组织施工。由施工单位提出施工前发现的设计问题或存在的疑问,设计单位对提出相关问题进行口头解释,然后以书面回复。通过设计交底,可以及时发现、纠正设计文件中存在的缺陷、差错,或根据现场地形、地质与施工条件,提出优化设计,由设计单位修改设计或进行设计变更,从而为强夯施工质量控制创造良好的基础条件。

b. 做好监理程序交底。在总监的主持下,依据文献[2]、[3]、[4]和设计文件等编写有针对性的强夯施工监理实施细则,明确旁站监理控制点,并将主要内容向施工单位作监理工作交底,实践表明 这道程序对监理工作的开展十分重要。例如,该工程监理交底时明确提出强夯地基质量标准,对主控项目有何要求,一般项目又有何要求;当夯击出现异常情况或发现不良地质现象时,要求施工人员不得擅自处理,立即暂停施工,待与设计、监理单位协商后再作处理。

c. 审核施工技术方案。强夯前监理要求施工单位

在投标文件施工技术措施的基础上,根据进场后详细的勘测重新上报强夯施工组织设计(包括形象进度计划、施工特点与难点分析、施工布置与准备、强夯要求与方法、缺陷处理、资源配置、质量安全保障措施等项目),经审查认可后方可施工。这个手段一方面可以督促施工单位做好强夯前的准备工作,通过施工组织措施的编写和讨论,进一步优化施工措施;另一方面,根据审批的施工组织措施,施工单位严格按制定的施工方案进行施工,可以做好相应的施工前准备和生产安排,更好地控制强夯施工质量。施工方案审查内容比较多,从质量控制角度主要审查了设备选型和施工程序安排是否合理,工艺是否可行和可靠,技术措施是否得当,主要控制标准是否符合要求,施工质量保证措施是否齐备,特殊情况下的应急措施是否制定等。例如,在该工程方案审核时,监理发现施工方未考虑强夯对毗邻的房屋可能产生的不利影响,要求施工单位采取设置减震沟(宽 1m、深 1m)、临房屋一侧设置安全挡板(防止飞石、泥浆伤人)等措施,以保证安全施工,尽量减少对周围建筑物的影响。

2.2 强夯过程的质量控制

a. 检查强夯设备的安装调试。强夯设备进场安装后施工单位进行调试,确保行走运转正常;监理加强对夯锤、脱钩器、吊车臂杆和起重索具的检验,重点检查连接部位和锁定装置。如起吊滑轮组与钢丝绳连接、起吊挂钩锁定装置是否牢固可靠,脱钩是否自由灵敏,与钢丝绳连接、夯锤挂钩与夯锤整体连接是否牢固等。

b. 检查测量放线。强夯前,监理到现场按照设计图纸、交桩记录,用全站仪和水准仪复核控制轴线、强夯场地边线、夯点位置与高程。为便于施工期间使用控制点,还要求在不受强夯影响地点设置若干个水准基点,避免放线出现错误。监理监测过程中按照规范要求督促施工单位在每一遍夯击前,对夯点放线进行复核,夯完后检查夯坑位置,发现偏差或漏夯要求及时纠正。

c. 旁站现场试夯。按设计初步确定的各项参数,选择在铺盖段进行工艺性试验。试夯确定的主要参数有强夯重锤、重锤的落距、夯击遍数、夯点布置等。该工程确定点夯单击夯击能量为 $2000\text{kN}\cdot\text{m}$,试夯采用了 20t 履带式起重(自脱钩),夯锤锤径为 1.5m(带气孔),锤重为 15t, $2.5\text{m}\times 2.5\text{m}$ 梅花布点,落距为 14.0m,按 3 击平均沉降量

不大于 5cm 进行试夯。试夯完毕,整理试夯数据,基于试夯结果确定各项施工参数与工艺。

d. 督促施工单位按操作规程作业。起吊夯锤吊索要保持垂直,速度不能太快,不得在高空长时间停留,严禁猛升猛降,以防夯锤脱落。落锤要平稳,夯点要准确,停止作业时,不得将夯锤挂在高空。

e. 经常检查施工单位对施工过程中各项参数的记录情况。强夯施工时督促施工单位做好强夯施工观测数据记录,如实填写强夯施工记录。强夯施工记录要准确记录夯锤重量、落距、夯击次数、每击夯沉量以及施工时间、夯点编号等基本情况,还要计算每一夯点 3 击的平均夯沉值和总的夯沉值,并将数据与试夯数据进行比较,确保每一夯点合格后方可进行下一夯点的施工。数据核对无误后,现场监理在强夯施工记录表上签认,确保单击时的夯击能符合设计要求。

f. 出现偏差督促施工单位及时处理。夯锤中心偏移要求控制在 150mm 以内,施工中若发生偏锤,要求重新对点;夯击过程中如出现歪锤,要求分析原因并及时调整,坑底垫平后才能继续施工;当与设计参数对比发现异常时立即进行处理;当夯击出现异常情况或发现不良地质现象时(如夯坑过深提锤困难、地面过大隆起等)暂停施工。该橡胶坝地基处理范围地下水位较高,容易出现“弹簧土”,直接影响强夯效果,因此,监理督促施工单位加大降水力度,做好排水措施。

3 强夯质量检测和监理效果

强夯质量检测委托了具有资质的检测单位进行检测,强夯检测的方法、项目、数量符合相关规范的规定。根据文献[5],采用标准贯入试验的方法对强夯后的地基土进行了液化检测,共进行了 3 个标准贯入试验孔,各孔内试验间距为 1m。根据室内土工试验颗粒分析结果^[6],结合标准贯入试验击数对孔内逐点进行了判定,把粘粒含量不小于 10% 的判定为不液化土。强夯后 3 个孔液化指数分别为 0、0.05、0.08,判定液化等级为轻微。

根据现场标准贯入试验,对橡胶坝基础各层土的实测标贯击数和经杆长校正数按规定进行统计,并由校正后的平均值计算地基承载力特征值为 150kPa,满足设计要求,强夯施工质量控制达到了预期效果。

4 结 语

a. 强夯法是处理液化地层的一种经 (下转第 69 页)

至关重要。主要审核施工组织设计方案中的工艺措施、施工组织安排及质量保证措施的合理性和可操作性；审查质量保证体系。施工单位进驻现场后，监理单位审核施工单位的质量管理机构、质量管理制度及质量保证措施和主要技术人员、特殊工种人员（如测量员、质检员、钢筋焊接工等）上岗证件以及检测设备检定情况；审查测量放样成果；审查主要施工设备；审查、复核或见证首批进场材料检测、试验报告；督促施工单位进行土料击实、碾压及混凝土、砂浆配合比试验，依据规范切实控制施工过程质量，做好事中控制。

由于在招标阶段就确定了小型病险水库加固工程的施工单位资质要求是三级以上，因此，在开展监理质量控制时，不仅要严格要求，还应提出建设性建议，供业主方、施工方参考。

d. 投资控制。由于对小型病险水库加固工程的投资，国家采用定额补助的形式，因此，投资控制的重点是在业主授权范围内，以施工承包合同为依据，认真做好工程量支付、工程变更项目的工程量核定以及处理好工程索赔，把工程投资控制在合同范围内。

e. 合同管理。监理工程师依据合同文件，及时签发工程开工令，认真审查施工单位提出的施工组织设计，检查施工单位用于工程的材料、构件及设备的质量，督促检查施工单位在施工过程中严格执行工程承包合同及工程技术标准，认真检查工程进度和施工质量，审核并签署工程付款凭证，协助项目法人积极组织工程相关

的验收，并提交相关报告。

f. 信息管理。及时、准确、真实地收集信息资料。资料收集之后，根据分类标准进行归类整理，同类文件一般按照时间的先后顺序排列。在信息的传递过程中，特别注重了文件发放与收集时的签署，包括日期、签名等，以保证文件传递的及时性、有效性。

g. 协调工作。如何正确处理好建设各方的关系，是小型病险水库加固工程监理工作的重要环节。在工程施工中，监理工程师主要采取以下几个措施来协调各方关系：①始终坚持“守法、诚信、公正、科学”的工作准则，正确处理与参建各方的关系，既维护建设单位的利益，又维护施工单位的合法权益；②始终以合同文件为依据，根据合同中规定的各方责任与权利，实事求是地处理项目法人与施工单位的争议；③坚持要求各方有关信息的传递必须以书面文件的形式进行，对文件做好收发文记录，以事实为依据，避免出现不必要的工作纠纷。

4 结 语

小型病险水库除险加固工程的监理工作，监理工程师不应掉以轻心，在监理实践过程中，既要有严格执行国家法规、规范的意识，还要强化服务意识；既要有扎实的理论知识、丰富的实践经验，还要有较强的协调能力、组织应变能力；既要及时发现问题，还要能提出解决问题的合理化建议。只有这样，才能通过监理工作促使工程项目施工能够做到质量优、成本低、工期合理、效益好。△

（上接第 55 页）济而行之有效方法，具有施工简单快捷、节省材料、降低投资、工期短等优点。

b. 影响强夯施工的因素较多，其处理效果的好坏直接关系到橡胶坝建设的成败，因此，必须给予高度重视，控制好强夯每道工序和各个技术参数。

c. 现场检测结果表明：此次处理基本消除了设计处理深度范围内的地基振动液化，地基处理满足设计和规范要求，为今后类似工程采用强夯法消除地基振动液化质量控制打下了坚实的基础。△

参考文献

1 周焱. 郑州市索须河河道二期治理工程初步设计报告. 郑州：郑州市水利建筑勘测设计院，2009。

2 中华人民共和国建设部. JGJ 79—2002. 建筑地基处理技术规范. 北京：中国建筑工业出版社，2002。

3 中华人民共和国建设部. GB 50007—2002. 建筑地基基础设计规范. 北京：中国建筑工业出版社，2002。

4 中华人民共和国建设部. GB 50202—2002. 建筑地基基础工程施工质量验收规范. 北京：中国计划出版社，2002。

5 中华人民共和国住房和城乡建设部. GB 5001—2010. 建筑抗震设计规范. 北京：中国建筑工业出版社，2010。

6 周建新. 郑州市索须河二期治理工程橡胶坝地基强夯处理液化检测报告. 郑州：河南豫中地质勘察工程公司，2010。