

浅谈高填方路基强夯施工技术

王克生，唐文超

(中国水利水电第五工程局有限公司第二分局,四川成都 610225)

摘要:粗放的“土方回填→整平→强夯”施工工艺以及传统的“手动挂钩”起锤方式严重制约着高填方路基强夯的施工质量及施工效率。石济客专项目根据施工现场实际情况,经试夯试验及实践论证了“上下层夯点对照”式强夯工艺,对高填方强夯施工进行了合理的分层、分区,引进“自动挂钩器”,达到了提高施工效率及施工质量、节约人力及机械设备资源的目的。

关键词:高填方路基;强夯;技术;铁路客运专线

中图分类号:U215;U214;U215.7

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2018)增1-0104-04

1 工程概述

新建石家庄至济南铁路客运专线工程 SJZ - 2 标段线路位于河北省境内,起点为晋州市,向东南方向延伸至辛集市,设置辛集南站,标段起始里程为:DK51 + 213.36 ~ DK79 + 555.99,正线长度为 28 342.63 m(其中路基长度 2 004.49 m,桥梁 26 338.14 m)。施工的主要内容包括征地迁改、桥涵、区间路基、站场路基、地基处理、道床及其它相关附属工程。

根据设计要求,将强夯区回填深度控制在 2 ~ 5 m,路基填筑深度超过 5 m 时需分两次强夯。结合设计图纸,回填深度小于 5 m 时分一层强夯;回填深度大于 5 m 时需分两层强夯。强夯区回填至设计路基顶面以下 60 cm,剩余 60 cm 进行分层

回填碾压施工。

2 技术参数及指标

强夯技术参数:(1)主夯能级:3 000 kN · m;(2)单点击数:点夯 6 击,满夯 3 击;(3)夯点间距:5 m × 5 m。(4)夯击遍数:4 遍,其中第 1 遍、第 2 遍为点夯,第 3 遍、第 4 遍为满夯;(5)填土强夯厚度 5 m,超过 5 m 分两次施工。(6)填土含水量宜为最佳含水量 ± 2%;(7)两遍之间的时间间隔为 15 d;若无地下水或地下水在 5 m 以下时,对于含水量较少的碎石类填土或透水性强的砂性土可间隔 1 ~ 2 d;(8)停夯标准:A. 最后两击的平均夯沉量不大于 50 mm;B. 夯坑周围地面不发生过大的隆起;C. 不因夯坑过深而发生起锤困难;(9)路基顶面以下 60 cm。高填方路基强夯情况见图 1。

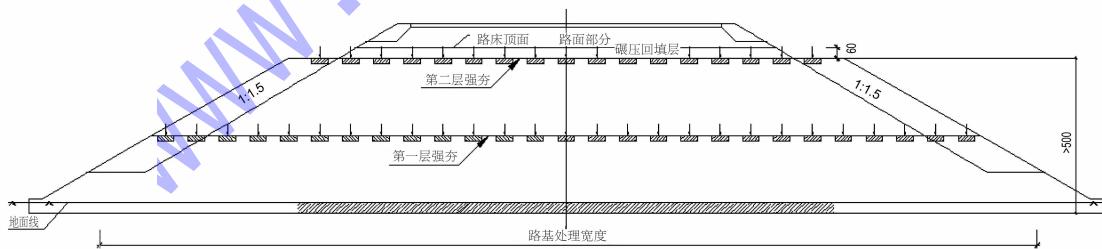


图 1 高填方路基强夯示意图

强夯技术指标:主夯能级 3 000 kN · m,夯锤重 20 t,强夯后路基地基承载力不小于 160 kPa,路基弯沉值为 280 (0.01 mm),路基压实度为 95%,土基回弹模量为 35 MPa。

3 强夯施工方案

收稿日期:2018-04-15

在设计图纸中,仅简单明确了路基强夯施工的最小分层厚度以及最大分层厚度,通过对试夯试验取得的实际效果进行研究,技术人员有针对性地对该项目路基强夯分层厚度及分层数量进行了合理规划,分层、分区绘制平面图以及分层断面图,并按设计断面及分层规划进行了土石方回填,

按强夯分层厚度有针对性地划定了每层强夯的区域。每层强夯施工前,根据分层及布点规划图,采用 GPS 测量仪器对夯点进行精确定位,确保上下两层的夯点能够相互对应,并在施工过程中动态跟踪测量。

华北地区高填方强夯施工起吊设备重锤挂钩一般采用常见的普通铁钩式挂钩,其仅具备自动脱钩功能,不具备自动挂钩功能,重锤起吊时需专



图 2 “自动挂钩器”、“手动挂钩器”施工现场照片

点对照的施工工艺,并引进“自动挂钩器”的施工方法具有以下优点:

(1)通过对华北平原地区路基高填方强夯进行分块、分层施工工艺的研究,有利于施工顺序搭接和机械统筹安排,促进了高填方路基强夯施工工艺向精细化发展;

(2)在强夯施工前,根据分块强夯平面图绘制强夯夯点布置图,制定每层夯点坐标上下对应的夯点布置及强夯原则,舍弃了路基强夯施工粗放的夯点布置方法,不仅确保了强夯施工达到了预期的路基处理效果,而且能够有效地提高强夯路基地基承载力的均匀性;

(3)每台强夯设备节省一名工人;

(4)每个点夯夯点平均节省了时间 5 min,每个满夯夯点平均节省时间 1 min,有效提高了高填方路基强夯的施工效率;

(5)夯击过程中,避免了工人近距离操作重锤和起重机挂钩,提高了强夯作业的安全系数。

4 强夯施工工艺

高填方路基强夯施工工艺流程见图 3。

4.1 施工准备

以设计图纸为标准,根据石济客专路基填筑

门配备一名工人到重锤近前将铁钩与重锤相连,不仅存在较大的危险性,而且效率低下。根据施工实践,项目部新引进了“自动挂钩器”配备于强夯起重设备。“自动挂钩器”为圆形套筒结构,内有卡扣,重锤落下后,可以凭借挂钩器自重与重锤进行自动挂钩。“自动挂钩器”及“手动挂钩器”见图 2。

石济客专采用精细化的分层、分区、上下层夯



图 3 高填方路基强夯施工工艺流程图

的实际情况,设定第一层强夯区最大填筑厚度不大于 5 m,最小厚度为 2 m,第二层强夯区最小填筑厚度为 3 m,最大厚度不大于 5 m;以 20 m 为一个断面,绘制高填方路基分层、分区断面图。高填方路基强夯分层及分区边界见图 4。

根据设定的强夯分层厚度以及逐个断面分层、分区断面图,第一层强夯区域如图 4 所示,以填土厚度 = 2 m 及设计土方面回填边线作为强夯区

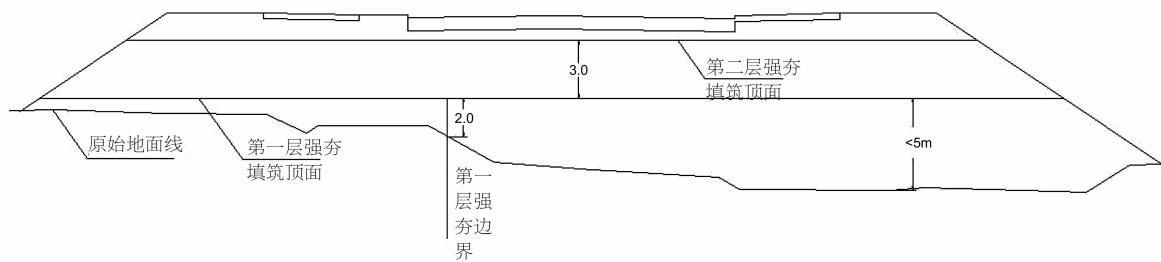


图4 高填方路基强夯分层、分区示意图

域范围线,按照规划出的强夯区域进行强夯施工作业。绘制夯点布置图:在划分出的区域内,根据设计图纸要求合理布设出“一序夯点”及“二序夯点”,并对每个点位编制相应的序号以做过程记录。

4.2 测量放线

高填方路基基底处理完毕并经验收合格后,测量人员根据图纸设计要求及强夯分层规划,采用手持式GPS测量仪放出路基土方填筑边线及第一层土方填筑标高,在竹竿上绑扎红绳作为标记,并在土方回填完毕测量放线采用白灰标记出第一层强夯施工区域。

4.3 土方回填

先进行第一层强夯区的土方回填,土方回填虚填至设计路基标高以下3.3 m(第二层强夯最小厚度预设3 m,停夯交工面为设计路基顶面以下0.6 m,强夯平均沉降量为0.3 m);待第一层强夯施工完毕,采用推土机将作业面进行粗略整平,然后进行第二层强夯区的土方回填,土方回填虚填至设计路基标高以下0.3 m(停夯交工面为设计路基顶面以下0.6 m,强夯平均沉降量为0.3 m)。

土料自取土场采用自卸汽车拉运至现场,采用后退式卸料,安排推土机及平地机相互配合,采用进占法进行路基土料填筑。根据现场道路布置情况,强夯前将路基每层填筑高度控制在1.5 m左右,采用推土机粗平,平地机进行土料精平,一层填筑完毕再进行下一层的填筑,直至填料至规划强夯填筑顶面。

4.4 强夯施工

(1)布点:强夯采用的夯锤直径 $D=2.2\text{ m}$,夯锤重23 t,落距13.1 m,采用“自动挂钩器”。待规划的第一层强夯标高路基填筑完毕,测量人

员采用手持式GPS测量仪根据划分的强夯区域放出第一层强夯范围及第一遍夯点的典型坐标点位并用白灰标记,夯点成正方形布置,安排专人采用皮尺根据测量放出的坐标再将第一层的第一遍夯点全部采用包土的红色小袋在强夯区域内布设(采用包土的红色小袋作为点位比较醒目且不宜损毁)。第一遍、二遍夯点布设情况见图5。

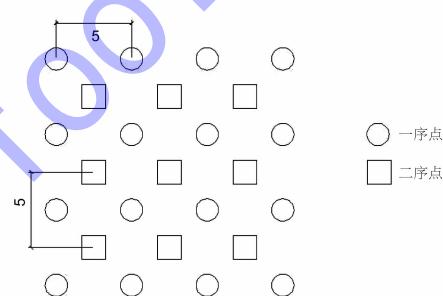


图5 第一遍、二遍强夯夯点布设示意图

(2)点夯:强夯起重设备就位后,以道路中心线作为分界线进行半幅施工,第一遍采用3 000 kN·m的夯击能点夯,安排专人采用水准仪记录每击的沉降量,总击数大于等于9击或最后两击平均夯沉量不大于5 cm时停止夯击;待强夯设备进行另外半幅区域强夯时,装载机配合推土机采用进占法将第一遍夯点的夯坑回填,场地平整后再进行第二遍点夯,重复第一遍点夯的步骤(注意:必须待场地平整后才能进行强夯作业,防止强夯起重机因地面不平而倾倒)。

(3)满夯:第一遍及第二遍点夯完成并对夯坑补料将场地平整后进行满夯,夯击能采用1 000 kN·m,满夯两遍,每遍满夯夯击次数为3击。满夯夯点搭接宽度为夯锤直径的1/4(图6)。

(4)场地整平:第一层强夯施工完毕,随即进行削坡施工,再采用平地机将第一层强夯顶面场

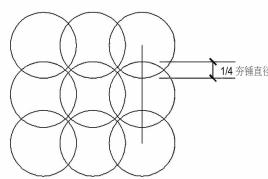


图 6 满夯点搭接示意图

地整平,准备进行下一层强夯施工。

(5)第二层强夯施工时,最好以区域划分时确定的“一序点”及“二序点”坐标布设点位。前一层强夯过程中,实时收集强夯夯坑点位坐标,并将其作为下一层对应强夯区域的点位坐标,以确保上下层间点位对照达到最佳强夯效果。

当强夯面积较大时,可以根据强夯施工效率及工期要求分块分区域进行强夯施工。一块区域强夯完毕、进行下一块区域强夯施工时,可以进行下一层强夯区域的土方回填工作,以减少施工机械设备的窝工,提高施工效率,缩短工期。

5 结语

(上接第 98 页)

4 质量控制

(1)在原材料质量控制过程中,选定配合比后要重点控制减水剂的减少率($\geq 29\%$)和固结量($\geq 22\%$)对混凝土的和易性影响很大的这两个指标;掺和物的需水率($\leq 105\%$)、活性指标($1 \text{ d} \geq 125\%$)也是重要的控制指标,石英砂的硅含量及钢纤维的长短对混凝土的强度也有很大的影响。

(2)模具表面浸泡盐酸清洗时,要保证模具被完全浸泡,模具表面不能残留混凝土渣和盐酸,否则生产出的盖板表面色差、毛面粘皮。

(3)混凝土的搅拌严格执行干拌 5 min(使各种材料融合均匀,避免钢纤维结团)后再加水和外添加剂湿拌 4 min 的要求。拌和料在常温下凝固速度非常快,粘性很大,容易粘壁,搅拌均匀的 RPC 拌和料宜在 30 s 内卸料完毕。此外,还需对搅拌机洒水清洗降温。

(4)鉴于 RPC 混凝土强度高,因此,对其早期的高温养护很重要。干蒸养护时要严格执行规范,保证养护湿度($\geq 95\%$)和温度(恒温 80 °C),初养脱模的 RPC 盖板要尽早进行终养。

项目部在路基强夯实际施工过程中,大胆引进了强夯机重锤“自动挂钩器”,增加了高填方路基强夯施工工艺的安全系数,显著提高了路基强夯施工效率,值得推广。在强夯施工前,根据分块强夯平面图,创新性地绘制了强夯夯点布置图,制定了每层夯点坐标上下对应的夯点布置原则,舍弃了路基强夯施工粗放的夯点布置方法,不仅确保了强夯施工达到预期的路基处理效果,而且促进了高填方路基强夯施工工艺向精细化发展。

值得注意的是:采用强夯法施工工艺进行路基施工,当正在施工的路基与现状路基存在交叉时,为避免强夯的剧烈震动对现状路基造成破坏,需在强夯路段与现状道路之间设置隔震沟,在隔震沟内采用分层碾压的方式进行路基填筑。

作者简介:

王克生(1977-),男,青海海东人,项目总工程师,高级工程师,学士,从事建筑工程施工技术与管理工作;
唐文超(1992-),男,四川眉山人,技术员,从事建筑工程管理工
作。
(责任编辑:李燕辉)

(5)养护过程中不能有冷凝水落在 RPC 盖板表面,终养完成后的 7 d 内盖板表面不能洒水或雨淋,否则其表面将泛白而影响外观。

5 结语

RPC 盖板的生产在水电五局尚属首次。通过对 RPC 盖板生产线的建设和试生产,已经形成了稳定的工厂化生产工艺技术,在生产过程中不断摸索、学习,克服了许多难题,该工厂化生产技术科学、合理、简单、实用,具有对工作环境污染小、安全生产有保障的特点。经多次试验检测,各项性能指标全部达到设计规范要求,其具有运行平稳、工作可靠、自动化程度高、操作简单、作业效率高等特点,已形成流水化生产,在石济客专项目电缆槽盖板生产中取得了较好的效果。

作者简介:

王亚斌(1993-),男,甘肃天水人,助理工程师,从事水电与铁路工
程建设技术与管理工作;
马友德(1961-),男,四川广元人,工程师,从事水电与铁路工程建
设技术与管理工作。
(责任编辑:李燕辉)