

路基抗滑桩混凝土外观质量控制

张保刚

中国水电建设集团十五工程局有限公司 陕西 西安 710075

【摘要】：抗滑桩是路基边坡支挡工程中常用的结构形式。本文结合工程实例，围绕外露桩身混凝土的观感质量，从施工过程控制、表面修饰材料及施工工艺等方面分析相应控制方法，为类似工程的抗滑桩外观质量控制提供参考。

【关键词】：抗滑桩；混凝土；外观质量；表面修饰；质量控制

DOI:10.12417/2811-0722.26.09.028

引言

路堑坡脚设置抗滑桩用于增强边坡稳定性，保障交通安全。抗滑桩采用矩形截面钢筋混凝土结构，施工时主要通过人工挖孔并采用混凝土一次灌注成型。桩身完成浇筑后，随着路基继续开挖至设计标高，位于设计标高以上的桩体逐渐外露并承担边坡支挡作用，以下部分则作为锚固段。由于桩身外露段并非采用常规模板支设方式形成，其混凝土表面容易出现凹凸、缺棱掉角等外观缺陷。为达到精品工程的观感要求，需要对外露混凝土进行系统修饰。因此，如何在保证修饰层牢固性、耐久性和美观性的同时兼顾施工经济性，是抗滑桩外观质量控制中需要重点解决的问题。

1 路基抗滑桩施工工艺

1.1 抗滑桩的开挖

施工准备首先进行桩位测量放样，并完成作业场地平整；随后搭设井架、完善弃渣运输道路。桩孔开挖之前，应依据现场地形及排水条件做好孔口防排水，并设置防雨设施。孔桩开始施工后，应及时设置钢筋混凝土锁口和护壁，对孔口及孔壁进行有效支护。

根据孔口段地层条件，井口开挖至 0.5m 深后，应立即施工 C20 钢筋混凝土锁口。锁口能够阻挡地表水进入桩孔，同时可减小继续向下开挖时孔口土体发生沉陷的可能性。锁口顶部应平整设置，结构厚度为 0.5m，并高出原地面 0.3-0.5m。锁口外围采用钢管架与安全网组成封闭防护，防护围挡高度为 1.2m，同时配置明显的安全警示标牌。

桩孔采用跳段、间隔的方式进行开挖。针对软土及全风化等较易开挖的地层，可采用镐、铁锹等人工工具施工；进入较硬岩层后，则采用浅孔松动控制爆破，并配合风镐对孔壁进行修整。正常地质条件下，每个开挖循环的进尺一般控制在 1m 左右。

桩孔施工按照“随挖随护、分段支护”的方式组织实施。通常完成约 1m 的开挖后即进行该段护壁混凝土施工，护壁设计厚度为 0.2m。遇到软弱或其他不良地质时，应结合实际情况缩短循环进尺；对于岩体破碎、风化程度较高或地下水较丰富、孔壁自稳能力较弱的部位，单循环开挖深度宜调整至约 0.5m，

以提高施工安全性。

土层段按照由上向下、分层分段的顺序施工，主要使用镐、锹等工具进行开挖。遇到较坚硬土体时，可采用锤、钎或风镐辅助破碎，并按照先处理中部、再向周边扩挖的方式进行。软岩地段采用人工与风镐配合施工，进入岩层后视现场岩性条件采取浅孔松动爆破。开挖与护壁施工应及时衔接，同时对孔径、轴线和高程进行动态复核。每完成一个循环，应做好孔内地质情况记录；若实际揭示地层与设计资料不一致，应及时向监理工程师报告，并根据现场情况采取相应处理措施。孔壁支撑应根据需要设置，确保孔内作业人员安全。

1.2 抗滑桩护壁混凝土施工

安装护壁模板前，先清除孔壁上的浮土、松散石块等杂物，使模板及后续混凝土施工具备良好的作业条件。支模时以桩孔中心轴线为定位依据，将轴线、高程控制点引至首节护壁，再利用十字线逐节校核模板位置，并通过垂球控制中心，采用尺杆检查四周净距，同时依据测量基准复核孔深。考虑模板拆除及混凝土下料需要，模板上下口设置适当倾角，上口尺寸按照设计孔径确定。当地质条件较差时，可在相邻护壁节段间增设钢筋连接措施，以增强护壁结构的整体稳定性。

护壁混凝土通过提升设备运输至孔内作业面，并采用小型插入式振捣器进行密实振捣。浇筑过程中应保证相邻护壁节段之间形成有效搭接。护壁完成后，对桩身净断面进行检查，其尺寸不得小于设计桩身断面。每完成 3 节护壁，应重新测定桩孔中心，同时复核孔径及垂直度，发现偏差及时纠正。

对于后续施工中需要拆除的护壁段，可在桩身混凝土浇筑之前设置隔离措施，使桩身与护壁适当分离。通过提前处理，可降低拆模、拆壁作业对桩身混凝土表面的扰动，为外露桩身获得较好的平整度和观感效果提供条件。

1.3 抗滑桩钢筋笼施工

受现场吊装条件限制，桩身钢筋骨架不宜整体吊装。因此，钢筋先在加工场完成下料及半成品加工，再运输至现场按照设计要求在孔内分段完成安装。钢筋加工应依据设计尺寸及配筋要求进行，现场安装时设置操作脚手架，铺设脚手板，为孔内施工提供可靠的作业平台。

钢筋骨架主筋采用直螺纹套筒进行连接,所使用套筒应经项目部试验室检验合格后方可投入现场施工。

钢筋骨架在定位支架上完成组装,施工过程中重点检查主筋顺直情况、箍筋间距以及绑扎、点焊质量,使骨架各部位尺寸满足设计要求。进行吊装和孔内安装时,应采取措施避免焊点脱落、钢筋松动或骨架变形,同时合理设置定位钢筋,保证成型后的钢筋保护层厚度符合要求。

1.4 抗滑桩混凝土施工

桩身混凝土的浇筑方法应结合孔底及孔壁的渗水情况确定。当孔底、孔壁渗水上升速度大于 6mm/min 时,应按规范要求采用水下混凝土施工方法;渗水不明显时,可通过导管或串筒完成混凝土下料。浇筑过程中采取分层下料、及时振捣的方式,单层厚度宜控制在 50cm 左右,振捣作业应注意避免振捣器直接接触钢筋。采用串筒进行桩身混凝土下料时,串筒底端与混凝土浇筑面的距离应控制在 2m 以内。混凝土浇筑应连续进行,尽量减少水平施工缝的形成。

2 路基抗滑桩表观质量控制措施

2.1 质量管理制度的落实

质量管理要贯穿抗滑桩施工全过程,质量措施要落实到具体工序和作业班组,严格执行施工图审核、技术交底、测量复核以及自检、互检、专检“三检”等管理制度。

2.2 质量保障与过程管理

施工准备阶段应针对抗滑桩施工特点开展专项技术培训,围绕关键工序制定相应的标准化作业要求,提高现场人员的施工技能。施工前完成设计图纸复核及技术交底,明确各工序的质量控制重点,使管理人员和作业人员充分掌握设计意图。建立与现场施工组织相适应的质量管理体系,按照责任逐级落实的原则配置质量管理岗位,严格执行自检、互检及交接检制度。前一道工序未经验收合格,不得开展后续施工。对于检查发现的质量缺陷,应及时分析原因并组织处理,同时加强对常见质量问题的预防,使各施工环节均处于可检查、可追溯和可控制的状态。

2.3 护壁施工过程质量控制

每节护壁施工前,应对桩孔位置、几何尺寸及垂直度进行复核,确保桩体平面位置和结构尺寸符合设计要求。第一节护壁混凝土浇筑完成 24h 后拆除模板,并安装第二节护壁模板。模板上下口尺寸应严格依据护壁大样图控制,上口与第一节护壁底口之间预留 10cm 台阶,并保证两节护壁相互咬合,咬合高度不得小于 7.5cm 。第二节模板固定并校核无误后进行混凝土浇筑, 24h 后拆模,再以第一节护壁处的护桩点为基准复核桩孔轴线和界面尺寸。按照上述工序逐节向下循环施工,直至达到设计孔深。

对于后续需拆除的护壁区段,应特别关注护壁成型质量,使其表面平顺、边角完整,并控制相邻节段连接位置的错台。桩身混凝土浇筑前,在桩身与护壁接触面设置隔离层,降低拆除护壁时对桩身表面的影响,从而改善外露桩身的平整度及整体观感。

3 铁路路基抗滑桩表面修饰技术要点

3.1 修饰质量要求

抗滑桩外露桩身采用砂浆进行表面修饰。修饰完成后,应保证修饰层与基层结合牢固,不发生脱落,同时使表面平整、色泽协调,满足工程观感要求。

3.2 修饰施工原材料质量控制

修饰材料的性能直接关系到外露桩身的修饰效果和使用耐久性,因此应将原材料质量作为表面修饰施工的重要控制环节。材料进场后,应依据现行路基工程有关设计和施工要求进行验收,并通过必要的试验确认其适用性。质量及试验员要对进场材料进行检查和抽样复检,凡规格、性能或质量指标不符合要求者不得使用。加强材料源头控制,有利于减少因材料性能波动引起的修饰层开裂、空鼓和脱落等问题。本工程使用的主要修饰材料如下:

水泥:采用黑色水泥和白色水泥,强度等级为 42.5MPa 。

砂:选用洁净、合格的河砂,最大粒径小于 2mm ,含泥量小于 2% 。

水:采用符合要求的施工用水。

镀锌钢丝网:丝径不小于 1mm ,孔径不小于 20mm 。

水泥钉:直径不小于 6mm ,并应与锚钉孔径相匹配;长度根据现场施工条件确定。

胶水:采用建筑施工用 108 胶水。

3.3 施工设备及周转材料配置

结合抗滑桩表面修饰工艺合理配置施工设备和周转材料,有助于提高施工效率并保证修补质量。设备及材料应根据现场作业条件和施工需求进行配备。

主要施工设备及周转材料包括:

混凝土凿除工具:锤子、凿子。

混凝土表面凿毛设备:手持式专用凿毛设备。

台秤:最大称量 100kg 。

铁皮:厚度 2mm ,用于现场砂浆拌制。

钢管:用于施工脚手架搭设。

3.4 砂浆配合比控制

现场表面修饰采用 M10 抹面砂浆,砂浆配制必须依据试验室确定的配合比执行。施工过程中应准确计量各组分材料,

材料称量允许偏差控制在 $\pm 2\%$ 以内。

4 抗滑桩表面修饰施工工艺流程

桩体尺寸复核→划定凿除、凿毛区域→混凝土表面凿除及凿毛→检查处理效果→钻设锚钉孔→安装锚固钢钉→基层冲洗→基层干燥后涂刷108胶→铺设钢丝网→砂浆抹面→洒水养护→表面打磨→调配颜色并涂刷灰浆。

(1) 依据设计及现场实际情况确定需要进行凿毛处理的范围。

(2) 使用手持式凿毛设备对确定区域进行凿毛处理,使基层形成满足要求的粗糙面。

(3) 凿毛完成后,由技术人员进行现场检查,确认处理范围及效果符合要求后,方可进入下一道工序。

(4) 锚钉孔采用手持式钻孔设备施工,孔径控制为5mm、孔深为50mm。孔位距桩身棱角50mm,并按照正方形网格均匀布置,孔间距不大于500mm。

(5) 将水泥钉安装于预先钻设的孔内,钉长根据设计抹灰厚度确定。钢钉在孔内的有效锚固深度不得小于50mm,钉帽与砂浆最终完成面保持5mm的距离。安装完成后逐一检查锚钉的稳固程度,确保其能够可靠固定钢丝网。

(6) 采用高压水对凿毛后的基层进行彻底冲洗,清除浮尘及杂物,随后自然晾干。

(7) 基层干燥后,均匀涂刷108型混凝土修补胶水,确保处理面覆盖充分。

(8) 钢丝网铺设应平整顺直,并使用水泥钉牢固固定,使其与基层保持贴合。安装完成后检查钢丝网的平整度及固定状态,防止抹灰过程中出现翘曲、鼓包或局部外露。

(9) 砂浆抹面时,利用U型卡具将铝合金靠尺固定在桩身两侧,通过调整靠尺位置,使两侧控制面保持同一标高和同一平面,并校正其垂直度。靠尺固定牢靠后,以其作为抹面平整度及棱线控制基准,使最终完成面平顺、边角顺直。砂浆施工厚度控制在20~35mm。

(10) 抹面砂浆达到初凝并具备养护条件后,应立即采用

土工布覆盖,并通过持续洒水保持湿润。养护过程中应避免修饰层过早失水,养护时间不得少于7d,以保证砂浆强度正常增长。

(11) 养护结束后,对修饰面进行全面检查,根据表面平整度及观感效果选择砂纸或磨光机进行适量打磨,处理局部凸起、粗糙等缺陷,使表面过渡平滑、整体均匀。

(12) 颜色调整及灰浆粉刷由专业施工队完成。修饰面打磨后先涂刷一层界面剂,再采用调配好的灰浆进行粉刷,使桩身颜色与周边混凝土挡墙基本协调。灰浆由白水泥、黑水泥和108胶按试配确定的比例配制,正式施工前应先行色泽调试,经确认后用于抗滑桩表面处理。

5 抗滑桩表面修饰施工质量控制要求

(1) 基层凿毛应充分、均匀,确保处理效果满足后续修饰层施工要求。

(2) 设置专人负责覆盖及洒水养护,养护期间保持土工布处于湿润状态。

(3) 砂浆抹面过程中采用靠尺进行控制,确保完成面平整,纵向棱线顺直且连续。

(4) 正式开展大面积修饰前,应先制作2根试验桩,养护7d后进行现场检查,确认修饰效果及施工工艺满足要求后,再组织全面施工。

(5) 施工期间若发现质量问题,应及时分析原因,并结合现场情况进一步优化和细化施工工艺。

6 结语

通过对抗滑桩施工阶段进行全过程质量控制,并配合针对性的外露表面修饰,可有效改善桩身混凝土的观感质量,使其满足精品工程建设要求。因此,有必要进一步加强路基抗滑桩混凝土表观质量控制及修饰工艺研究,在保证结构质量的基础上兼顾工程外观和施工经济性。施工单位及管理人员应持续强化质量意识,加强人员、材料和施工过程管理,完善质量管理制度,并结合工程实践不断优化施工方法,从而提升抗滑桩施工质量和成本控制水平。

参考文献:

- [1] 王宏宇,王立波,苗振彪,等.季冻区结构混凝土外观质量控制关键技术[J].施工技术,2016,45(24):88-91.
- [2] 何玉柒,杨道明.公路工程水泥混凝土外观质量通病治理探讨[J].工程与建设,2013,27(2):253-255.
- [3] 陈玉虎.水泥混凝土结构物的外观质量控制[J].江苏交通工程,2003,(4):45-46.
- [4] 广东鸿业管桩有限公司,广东鸿业建材科技有限公司.基于数据分析的混凝土管桩生产用蒸养池环境控制系统:CN202410099120.5[P].2024-07-05.