

桥梁隧道施工中的工程质量问题研究

迟振超

大连广兴机电工程有限公司 辽宁 大连 157000

摘要:随着社会的发展,桥梁隧道的存在意义已经不是单纯的满足跨江、跨河、穿越沟壑的要求,在设计上更加注重追求景观效果,这一点在桥梁建设中尤为突出,不仅仅追求桥的实用性,更要求其满足观赏性的要求。桥梁普遍采用造型美观的悬索桥、斜拉桥和拱桥,公路桥梁一般采用梁式桥。不论哪种形式的桥梁对混凝土外观的要求标准都比较高,桥梁构造美观,不仅需要构造物来衬托,同时也需要混凝土外观质量折射出实体质量。

关键词:桥梁隧道;质量问题;提升措施

1 桥梁隧道施工中的工程质量问题

1.1 错台、错缝严重。墩柱浇筑模板一般都是水平和纵向分节段拼装,拼缝的存在导致混凝土浇筑完拆模以后,出现横向和竖向拼缝,错台、错缝的出现跟模板加工质量和施工过程管控息息相关。(1)模板加工过程中,加工水平和精细化程度将直接影响拼模后的效果,如加工不规范,或在裁切焊接过程中控制不严,导致混凝土施工时模板很难校正。(2)施工过程中模板拼装不规范,接缝处处理不当,导致漏浆和错台出现,甚至出现拼缝处混凝土夹层。(3)模板连接螺栓未满上或者螺栓未拧紧导致浇筑过程中螺栓松动,导致模板变形,影响整体效果。

1.2 蜂窝麻面、砂线。墩柱蜂窝麻面、砂线既影响外观质量,又牵扯到实体质量问题,分析产生原因主要有以下几点。(1)混凝土配合比和坍落度影响浇筑质量,混凝土坍落度过小导致振捣过程中气泡不易溢出,不能很好地提浆。(2)混凝土漏振或振捣时间过短导致表面气泡较多,导致外观质量差。(3)脱模剂选用不当,导致气泡不易溢出,影响外观。(4)一次浇筑过厚,导致不能充分振捣,气泡无法排除。(5)模板加固不稳当,浇筑过程中来回晃动导致模板变形不连续,混凝土表面的水或浆液顺着空隙向下走从而形成砂线。

1.3 混凝土表面色泽不均匀。影响混凝土表面色泽的因素主要有以下方面:

1.3.1 不同批次原材料混用。墩柱外观出现色差其根本原因是水分带着混凝土内部具有颜色的细颗粒在表面分布不均匀导致的,常常表现为黑色条带状,尤其以环向最为常见,主要影响因素为水泥和集料的不同批次颜色发生变化导致混凝土节段色差明显。

1.3.2 模板未打磨干净。模板打磨的光洁程度对混凝土外观至关重要,所有模板残留物都将在拆模后附着于

墩柱混凝土表面,并且很难消除。最为明显的是模板锈迹未打磨干净导致整个混凝土外观颜色暗黄交替。

1.3.3 浇筑过程控制不规范。浇筑过程中未正确放置串筒,串筒不居中导致混凝土下落后一边骨料堆积浆液流向另一侧,导致两侧颜色不一致,浆液集中一侧混凝土呈现青色。实践中串筒是否居中放置比不安装串筒对混凝土外观造成的影响更大。

1.3.4 水波纹,浇筑分层明显水波纹和浇筑分层明显也是墩柱常见的外观质量问题,水波纹和浇筑分层的出现跟混凝土原材料、浇筑过程、振捣工艺有关,产生的主要原因如下。

(1)混凝土原材料及水灰比影响沙子细度模数偏大导致混凝土保水性差,不耐震,振捣过程中容易出水,从而导致后期拆模后出现水波纹。混凝土水灰比过大出现泌水也将直接导致混凝土表面出现水波纹。

(2)振捣工艺不规范浇筑分层明显主要跟施工过程中节段分层厚度,每层振捣时长,分层浇筑等待时间以及振捣工艺都有很大的关系。混凝土浇筑层过薄容易产生过振和节段分层多的现象。每层振捣时长的差异将影响每层外观的差异,时间长容易发青,时间短容易产生漏振现象。浇筑上层混凝土时未将振捣棒插入下一层混凝土中,从而出现分层现象。

(3)浇筑过程不连续有时受天气或供料影响,如果浇筑连续性不能保证,上下层浇筑间隔时间过久就会出现分层现象。

1.4 露筋。露筋是墩柱混凝土表面常见的外观质量问题,其原因主要为振捣过程中为了方便省时直接将振动棒靠在钢筋上振捣,导致墩柱钢筋笼箍筋形状映射在混凝土外观上,严重影响墩柱混凝土的美观和质量。

1.5 养生不当影响外观质量。墩柱混凝土养生方式不恰当也将影响混凝土外观,塑料薄膜养生会导致养生完

成后墩柱表面出现鱼鳞状的白色附着物，对墩柱混凝土外观造成影响。

1.6 表面裂纹。墩柱拆模一段时间后个别墩身会出现细小的表面裂纹，墩顶四周也会沿着柱顶向下产生竖向裂纹。其产生原因主要有：（1）模板拆除时间过早，使墩柱自身过早受压。（2）模板拆除后直接在墩柱表面喷洒冷水，导致温差变化过快产生收缩裂缝。（3）墩顶混凝土浇筑完成后未对顶部浮浆进行清理，或者未收面导致墩顶部位混凝土收缩产生裂缝。（4）收面或养生过程中对墩顶预留钢筋产生扰动，将导致裂缝在混凝土凝固过程中产生扩散，沿墩顶主筋产生裂缝。

2 桥梁隧道施工质量控制措施

2.1 软弱围岩浅埋桥梁隧道施工质量方法

2.1.1 围岩开挖

（1）CRD 法。CRD 法是中隔壁法的一种，即利用中隔壁和临时仰拱将隧道断面划分为若干个区块，每个区块的断面面积较小，围岩压力较小，且每个小区块都是一个完整的受力体系，能提高软弱围岩浅埋隧道的安全性，具有施工简单、施工速度快、施工成本低（临时支护可以回收）等特点。在实际项目中，技术人员应结合地质条件、水文条件等选择具体的开挖顺序。（2）双侧壁法。双侧壁法由矿山法发展而来，是软弱围岩隧道施工的常用方法，其开挖步骤如下：开挖隧道两侧→施作初期支护和临时支撑→开挖中间部分→施作初期支护，将中间部分初期支护与两侧初期支护封闭成环→拆除临时支撑拆除，形成隧道全断面。双侧壁法的最大优势是能有效控制地表沉降，适用于对地表沉降要求严格的大跨径浅埋隧道。（3）环形开挖留核心土法。隧道从拱部弧形开挖，并进行支护；支护完成一定距离后，开挖施工中台阶。中台阶由左侧导洞、中间核心土、右侧导洞三部分组成，左、右侧导洞开挖一定距离后，再开挖中间核心土；中台阶核心土开挖结束后，施工下台阶、浇筑仰拱和二次衬砌，完成一个施工循环。

2.1.2 支护结构施作。研究表明，支护并不是在隧道围岩开挖后立即施作，而是在围岩出现一定变形后才能发挥作用。由此可知，支护时间、支护结构刚度对支护结构承受的围岩压力影响较大。如 A 支护结构的刚度大于 B 支护，在支护施作时间相同时，A 支护在围岩稳定状态下承担的压力更大。而且，刚度相同的支护，施工时间越早，支护结构围岩稳定状态下承担的压力越大。

2.1.3 爆破（1）爆破顺序和设计参数。软弱围岩浅埋隧道的爆破炮孔有掏槽孔、辅助孔、周边孔三类，起爆顺序为掏槽孔→辅助孔→侧壁孔→压顶孔→底板孔。为保

证隧道炮孔的起爆顺序，要应用毫秒电雷管和非电毫秒电雷管从临空面起爆，这样先爆破的炮孔可增大后续炮孔的自由面，创造更好的爆破条件。（2）超欠挖控制。为避免软弱围岩浅埋隧道在爆破过程中出现超挖或欠挖现象，可从两方面控制爆破质量：一方面，调整爆破参数动态，围岩地质条件是确定爆破参数的关键，隧道开挖期间，围岩地质条件动态变化，可根据爆破效果及时调整炮孔参数；另一方面，提高钻孔精度，炮眼钻孔应严格遵循爆破方案，但受人为或钻孔机械因素的影响，会有一定的偏差。

2.1.4 监控量测。软弱围岩浅埋隧道变形机理复杂，采用监控量测技术能及时掌握围岩动态，有效预报隧道开挖前方的风险，为修正支护结构参数提供依据。施工期间发现软弱围岩浅埋隧道的初支结构有大面积开裂或变形数据不断增大且时态曲线无变缓趋势时，应立即停止施工，并查明原因，采取相应的处治措施。

2.2 桥梁隧道防渗漏施工质量措施

2.2.1 隧道渗漏水的治理顺序：确定注浆范围→清除渗漏水范围内污渍→布设注浆孔并设置泄水孔→裂缝边打磨及清理→安装注浆管→注浆填充→隧道渗漏水区域裂缝处理→注浆管切割及打磨清理。（1）确定注浆范围同渗漏水范围，对隧道渗漏水病害区域进行注浆。（2）清除渗漏水范围内污渍用铲刀清除渗漏水区域衬砌表面的污渍等。（3）裂缝边清理用钢丝刷对渗漏水区域进行清理，并清理钻孔内和裂缝边的灰渣或灰尘。（4）布设注浆孔并设置泄水孔先在渗漏水区域裂缝较大、孔洞处布置钻孔，再在孔间增加钻孔，最大孔间距不大于 800mm，无裂缝处根据渗漏水情况加设钻孔。孔的直径为 10mm，深度根据衬砌结构厚度而定，一般外露 10cm，打穿衬砌后再钻进 10~20cm。在隧道渗漏水区域墙脚设置泄水孔，一般距墙底高 50cm 处设置，纵向间距根据渗漏水大小而定，泄水孔直径为 100mm，深度为钻穿衬砌防水板，不宜钻穿初期支护。在钻设的泄水孔内安设直径 80mm、壁厚为 3mm 的 PVC 管，管口外端用水泥砂浆进行填塞固定，在泄水孔口下方设引水槽，将渗漏水引排至隧道侧沟。

2.2.2 注浆填充。在注浆填充前，需先将注浆管安装好，注浆嘴采用透明 PE 管，直径 8mm，长 250mm。安装时，孔内 150mm，孔外 100mm。注浆嘴周围用水泥砂浆进行封堵。将注浆机连接好后，接通电源并在料斗中加入注浆料，对注浆机和注浆材料的性能进行检查和验证，确认满足要求后方可开始注浆。注浆从一端逐步向另一端进行，直到全部注浆嘴注满注完。注浆顺序应自

下而上,从隧道下坡方向向上坡方向逐孔逐排压浆,较高一侧出浆作为注浆饱满依据;拱部渗漏水处,注浆应从无水(少水)处向有水(水多)处压注,或从两端有次序地向中间压注。

2.3 软弱围岩桥梁隧道施工质量措施

2.3.1 施工原则。隧道采用三台阶临时仰拱法施工,针对隧道施工中遇到的黄土陷穴、湿陷性黄土、松软土等不良地质和特殊岩土,以TSP探测为主,辅以超前地质钻机、红外探水仪,长、中、短程相结合的方式对其进行综合探测,进行超前地质预测预报和监测测量。对拱顶下陷、收敛测量、洞口及浅埋段布设与洞内测量相对应的地表下陷测线,根据已形成的地质草图、地表调绘、水量监测等结果,及时调整施工安排。

2.3.2 施工方法

(1)超前地质预报。以构造发育区、地下水发育带等重点区段为重点,每开挖一次,循环扫描一次,扫描间隔不超过10米。TSP探测前后两次重叠10m以上,软弱破碎地带和地下水发育区每次预报距离80~120m,土体完整的地方可延长至120~150m。根据地质条件,每循环先探1~3孔,钻孔位置控制在掘进轮廓线1.5~3m,钻孔长度30~100m,孔径70~150mm,每循环有1个控制性钻孔,长度大于其它钻孔5m。

(2)小导管施工。钻孔孔径比管径大3~5mm,外插角5-10°,孔位及钻孔深度偏差±50mm。小导管50cm一根,每3m一环。超前小导管采用 $\phi 42 \times 3.5$ 无缝钢管,前端加工成尖锥形,尾端焊接 $\phi 6.5$ mm钢筋加劲箍,管身钻注浆孔,孔径6~8mm,尾部长度不小于100cm,作为不钻孔的止浆段。注浆孔间距15cm,梅花形布置。成孔后人工将导管插入钻孔内,钢管尾端必须焊接于钢拱腹部,将平面支护转换为三维支护以增强支护作用。

(3)隧道开挖。采用新奥法原理,做到不欠挖、少超挖,表面平整无明显凹凸,按照“严控水、强支撑、短进尺、勤量测”的原则组织施工。开挖预留变形量IV级围岩控制在10~15cm,V级围岩控制在15~20cm。每个工作面每循环进尺为1榀拱架的距离。台阶进尺控制在3-4m,临时仰拱采用喷射混凝土,分6个工作面将三个台

阶和仰拱部分进行平行流水作业。

(4)钢架施工。钢架安装前检查开挖断面,处理欠挖侵空区域,在开挖的围岩表面喷射4cm封闭混凝土,起到隔离封闭作用,防止钢架收到污染。在型钢加工厂进行钢架制作,按设计尺寸1:1制作钢架制作模型,在场地上放样,将制作好的工字钢架各单元在钢架制作场地上预拼,合格后方可使用。现场施工中制作简易木架将钢架支撑,钢架与喷射混凝土尽量密贴,如有较大间隙设置垫板处理。将钢架与锁脚钢管在调整好钢架间距和垂直度后进行焊接,使钢架与系统锚杆逐渐连成一体。

(5)监控量测。监控量测包括地表沉降监测、水平收敛量测和拱顶下沉量测三项内容。地表沉降监测为开挖面前方隧道埋深和开挖高度之和范围内,在隧道中心线和两侧2~5m范围内设置观测点,衬砌结构封闭、地表下沉基本停止为止。水平收敛量测采用激光断面仪和收敛计量测,在内轨顶面以上2.5m高度处左右两侧对称布置量测点,开挖后及时设置测点,每个量测断面各布置一个拱顶下沉测点和一条水平净空收敛量测基线,在开挖12h内进行初读数,拱顶下沉量测量点设置在拱顶水平收敛测量段,在拱顶埋点进行喷涂混凝土后快速进行。

结束语

综上所述,只要足够重视桥梁隧道施工中存在的问题,认真研究分析施工中出现的的问题,查找原因,制定相应的技术措施,并抓好措施的落实,把好工程质量关,桥梁隧道的施工质量问题是在施工过程中得到有效控制。

参考文献

- [1] 林鹏.基于桥梁隧道施工常见问题与控制对策[J].江西建材,2019(10).
- [2] 苏建会.道路和桥梁施工中的问题及对策浅析[J].科学中国人,2020(06).
- [3] 赵琨.复杂地质条件下隧道施工风险管理[J].工程建设与设计,2021(17).
- [4] 杨隆;杨凯.隧道施工地质揭露不确定问题及对策探讨[J].交通科技与管理,2023(05).