

隧道二次衬砌质量问题分析与改进措施

李红旗

河南锦源建设有限公司 河南郑州 450000

摘要: 随着国民经济的日益繁荣, 科技进步的日新月异, 隧道在我国各种交通线路中占的比重日益增大, 而对隧道结构安全性起决定作用的二次衬砌实体质量也越来越多引起关注。本文以吉林某引水隧洞工程为背景, 针对隧道工程实体质量检测中发现的各类问题二次衬砌为厚度不足、二次衬砌背后脱空、二次衬砌不密实等, 提出成因分析并研究预防措施。并通过施工现场实践证明措施有效、可行, 从而为解决此类工程问题提供有益参考。

关键词: 铁路; 隧道; 衬砌; 质量问题分析; 防控技术

Analysis of quality problems of secondary lining of tunnel and improvement measures

Hongqi Li

Henan Jinyuan Construction Co., Ltd. Zhengzhou, Henan 450000

Abstract: With the increasing prosperity of the national economy and the rapid development of science and technology, the proportion of tunnels in various traffic lines in China is increasing day by day. And the solid quality of secondary lining plays a decisive role in the safety of tunnel structure and has attracted more and more attention. Based on a diversion tunnel project in Jilin Province, this paper analyzes the causes and studies the preventive measures for various problems found in the physical quality inspection of the tunnel project, such as the insufficient thickness of the secondary lining, the void behind the secondary lining, and unconsolidated secondary lining. The construction site practice proves that the measures are effective and feasible to provide a useful reference for solving such engineering problems.

Keywords: railway; Tunnel; Lining; Quality problem analysis; Prevention and control technology

引言:

引水隧洞二次衬砌是隧道工程在初期支护内侧施工的模筑混凝土或钢筋混凝土衬砌, 与初期支护共同组成复合式衬砌(1)。二衬的施工质量对后期的工程运营有很大影响, 为此, 中电建集团针对初支、衬砌的厚度和混凝土强度不足等问题纳入质量安全红线管理。本文根据实体检测中发现的质量问题, 分析原因并总结出科学有效的防控措施, 减少并杜绝出现实体质量问题, 具有十分重要的工程学术意义和经济价值。

1. 工程概况

吉林某隧洞开挖断面为圆形, 对应衬砌厚度为60cm, 成型后断面为直径7.3m全圆, 距中心3.323m底部留有宽3.02m平台。衬砌施工采用全圆台车全断面一次浇筑完成。

该隧洞为整个引水工程进口段, 长度为3100m, 整

个隧洞为一独头洞, 通过一条713m长的交通支洞与外部连接。该洞段是整个工程的关键洞段, 根据施工进度要求, 3100m衬砌段需在11个月内施工完成。每仓衬砌长度12m, 共计259仓, 需每月平均完成23.5仓才能完成任务。

本隧洞工程衬砌工期紧, 施工交通单向唯一, 依据现有的技术条件及本工程已有隧洞衬砌施工经验, 如采用单台12m衬砌台车单向施工, 每月最高完成19仓, 考虑其他因素影响, 单台台车每月平均按15仓计算, 无法完成既定的工期目标。经过多方面考虑及综合分析, 采用2台12m衬砌台车进行串联施工(由上游向下游方向施工), 理论上2台衬砌台车串联施工每月平均可完成30仓。考虑交叉作业等其他因素影响, 会存在不同程度的施工降效。

通过合理的施工组织设计、各施工工序的高效衔接及施工所需人、机、物等资源的合理配置, 本隧洞衬

砌采用2台内通式全圆针梁台车串联施工, 2017年7月~2017年11月连续5个月平均每月完成25仓, 单月最高完成27仓。

2. 原因分析

2.1 二衬厚度不足原因

2.1.1 在开挖过程中局部欠挖或初支钢架定位安装不准确, 造成初支局部侵限。在进行初支断面扫描时, 扫描断面纵向间距过大或环向点位间距过大而没有扫到局部侵限部位, 造成二衬局部厚度不足。

2.1.2 开挖及初支预留变形量较小, 监控量测不到位, 初支变形过大造成局部侵限。二衬施工前未再次扫描断面或断面扫描不到位, 未检测到侵限部位, 造成二衬局部厚度不足。

2.1.3 混凝土输送泵选型不当或故障、老旧而动力不足, 混凝土难以灌满拱部, 二衬拱部因局部脱空而造成脱空部位厚度不足。

2.2 产生二衬脱空、二衬背后脱空、二衬不密实的主要原因

2.2.1 隧道开挖作业存在超挖现象, 且在岩面形成较深的凹坑, 在初期支护施工时没有将凹坑进行处理, 导致喷射混凝土后初支面不平顺, 在土工布、防水板铺设后形成空腔, 又因为防水板铺设松弛度有限, 使二衬混凝土浇筑后形成空洞。

2.2.2 防水板铺设施工中不能够掌握防水板合适的张弛度。防水板的铺设过于松弛、预留的富余量过大时, 在二衬混凝土浇筑过程中防水板会因为受到混凝土的挤压而形成褶皱, 在褶皱与褶皱之间留下空隙; 防水板的铺设未考虑合适的预留量而挂设过紧时, 由于防水板的限制而使二衬混凝土不能浇筑饱满, 在防水板与初支面之间留下空隙形成脱空。

2.2.3 二衬混凝土在浇筑时, 由于“三逐两孔两振”工艺落实不到位, 导致浇筑的混凝土有不密实现象, 更有甚者混凝土的内部会存在气孔、空洞等, 在自重作用下拱部混凝土下沉形成拱顶脱空^[1]。

2.2.4 二衬拱部混凝土浇筑时, 由于施工人员经验不足、浇筑方式欠妥、混凝土和易性欠佳、泵送压力不足等问题, 不能将拱顶混凝土浇筑饱满, 使二衬拱部出现脱空现象。

2.2.5 二衬混凝土浇筑时衬砌台车自由端端头模板封闭不密实, 二衬混凝土浇筑后的凝固过程中出现跑浆、漏浆现象, 使二衬混凝土施工缝处脱空、拱部脱空现象发生^[2]。

2.2.6 混凝土的和易性差, 在二衬混凝土浇筑过程中出现离析现象, 加之振捣作业不到位, 使浇筑后的混凝土出现不密实的情况。

2.2.7 二衬混凝土浇筑完成后, 在混凝土尚未形成足够的自稳能力时拆除泵送管, 拱部混凝土有部分随泵送管掉落, 使二衬拱部形成漏斗状脱空。

3. 防控技术探讨研究

3.1 二衬混凝土厚度不足防控技术

3.1.1 严格控制超欠挖

编制适合隧道各段围岩的爆破施工方案。由于东北地区地质条件复杂多变, 围岩性质不均, 爆破方案应具有较强的针对性。在开挖过程中, 不断优化爆破方案。根据超前地质预报及掌子面揭示地质情况确定每循环开挖进尺长度和炮孔位置、间距、深度、外插角及装药量, 并根据爆破效果不断积累经验, 确保光爆效果达到预期要求, 严格控制超欠挖。

3.1.2 加强超前支护施工效果

按照设计要求施工超前支护, 特别是对局部围岩破碎、裂隙发灰部位加强超前支护, 防止溜坍、掉块造成开挖轮廓凹凸不平

3.1.3 加强监控量测, 预留适宜变形量

根据围岩类别及开挖方法编制围岩监控量测实施办法并严格执行, 分析总结同类围岩的变形规律, 确定合适的预留变形量, 防止预留变形量过大造成二衬厚度过大、预留变形量过小或二衬厚度不足问题。

3.1.4 严控隧道初支断面检测

将初支断面检测纳入工序管理。在铺设拱墙土工布及防水板前必须再次进行初支断面检测, 测量明显凸出断面和局部较为凸出部位, 防止由于底部侵限点检测不到位而导致该部位二衬厚度不足^[3]。

3.2 提高喷射混凝土施工质量

3.2.1 喷射混凝土作业时严格按照要求埋设钢筋头并以此控制喷射混凝土的厚度, 通过适当加密埋设的钢筋头数量, 来改善初支面的喷射平整度。

3.2.2 喷射混凝土施工期间, 安排施工人员人工处理喷面, 确保喷射混凝土面平顺。

3.2.3 因地质原因产生超挖的一次喷射混凝土不能保证喷射混凝土面平整的, 安排下一循环喷射混凝土施工时进行补喷平整。

3.3 严格控制土工布、防水板施工质量

二衬防水施工前, 对初支表面进行检查, 将喷射混凝土未能覆盖的超前小导管、锚杆和钢筋头等齐根切除,

采用水泥砂浆抹平。将土工布采用射钉和热熔垫圈固定在初支基面上, 固定间距满足设计要求, 必要时进行加密。土工布要与初支表面密贴铺设, 无褶皱、隆起和紧绷现象。防水板下料长度应适当加长, 实际铺设长度与初期支护面实测长度之比宜为10: 8, 铺设完成后防水板与初支表面应密贴无空洞, 采用电磁焊接机将防水板与热熔垫圈焊接牢, 防止浇筑混凝土时防水板脱落, 造成拱部脱空^[4]。

3.4 加强混凝土浇筑过程的控制

3.4.1 二衬砌混凝土在拌和站集中拌和, 生产和运输的协调工作由现场管理人员和拌和站调度配合完成。优秀的调度工作能保证混凝土及时入模, 减少和避免混凝土供应不及时或者滞留现场过久对混凝土浇筑产生不良影响。

3.4.2 二衬混凝土的振捣工作要严格按照“三逐两孔两振”工艺中“两振”的要求使用附着式振捣器振捣和插入式振捣器振捣相结合的方式进行。振捣要合理有效, 避免重复振捣和过振。一块区域振捣完毕后, 需要改变插入式振捣器在混凝土中的水平位置时, 要将振捣器保持震动竖向缓慢提出不能直接在混凝土中水平拖动振捣器, 也不能持插入式振捣器驱赶混凝土进行浇筑振捣。附着式振捣器使用时应该设独立的控制开关, 单独开启, 单次振捣的振捣时间还应控制在10-15S。

3.4.3 二衬轮浇筑过程要严格执行“三逐两孔两振”施工工艺, 二衬混凝土的浇筑应该按从下往上顺序逐窗入模, 在浇筑拱部混凝土时还要确保使用2-3个孔入料。二衬衬砌台车的前进方向拱顶模板封闭时必须预留观察窗口, 方便施工人员通过检查窗口随时掌握拱顶混凝土的浇筑情况, 使二衬拱部混凝土的浇筑达到饱满效果^[5]。

3.4.4 二次衬砌混凝土浇筑后的拆管, 要等浇筑的混凝土有一定的自稳能力后进行, 避免混凝土掉落造成拱顶脱空。

3.5 其他注意事项

3.5.1 初期支护钢架安装过程中要严格检查钢架纵向连接钢筋的焊接是否牢靠; 钢架与钢架单元间、钢架与

锚杆、钢架与锁脚锚管等焊接是否牢固, 务必确保初支喷射混凝土施工后结构的稳定可靠。

3.5.2 二次衬砌土工布、防水板铺设施工前要先检查初期支护, 避免初支背后空洞或喷砼不密实的情况, 若发现初支有空洞或不密实的情况立即安排注浆, 复检合格后方能进行防排水施工^[6]。

3.5.3 二衬钢筋安装施工时, 采用简易卡具对二衬钢筋进行定位, 并按要求预留钢筋保护层厚度。

4. 结束语

通过对二衬实体质量问题进行原因分析和防控技术及工艺研究, 强化过程控制, 本标段二衬混凝土实体质量显著改观。后续施工经第三方实体检测, 混凝土厚度不足问题基本消除, 二衬背后脱空和混凝土不密实问题比例大幅降低。因此, 在隧道二衬施工过程中, 有针对地采取上述综合防控技术及措施, 对提高二衬实体质量有着积极有效的作用。

参考文献:

- [1] 刘宗辉, 吴恒, 周东, 等. 频谱反演法在探地雷达隧道衬砌检测中的应用研究[J]. 岩土工程学报, 2015, 37(4): 711-717.
- [2] 陈英福, 杜嘉轩, 郑静, 等. 高铁隧道二衬厚度检测及安全性的分析评价[J]. 路基工程, 2019, 37(1): 223-227.
- [3] 苏卿. 复合侵蚀性介质作用下隧道衬砌混凝土的病害检测评估[J]. 混凝土, 2018(4): 137-140.
- [4] 窦顺, 贺磊, 郑静, 等. 模态分析在隧道二次衬砌脱空声振检测中的应用[J]. 铁道工程学报, 2018, 35(3): 52-56, 78.
- [5] 卫敏, 王路, 赵阳川, 等. 基于智能手机的隧道衬砌敲击法检测技术的研发[J]. 铁道建筑, 2021, 61(10): 78-81.
- [6] 尹涛, 王瑞燕, 高鹏, 等. 基于探地雷达技术的隧道二次衬砌缺陷探测研究[J]. 地下工程与空间学报, 2018, 14(增刊1): 220-226