

公路桥梁施工中防水路基路面的施工技术探讨

郭田涛

(威海市公路事业发展中心, 山东 威海 264300)

摘要 防水路基路面是公路桥梁工程中的关键结构, 其施工质量直接影响着整个工程的耐久性和使用寿命。本文从防水路基路面所使用的主要材料入手, 分析了不同防水材料、路基材料和路面材料的性能特点及其应用条件, 详细阐述了防水路基施工的关键技术, 包括基层处理、防水层铺设、黏结层施工、路面铺装等, 并就如何加强施工质量控制提出了具体措施, 还探讨了防水路面施工的工艺流程, 总结了现场环境控制、温湿度管理以及密封性能检测等方面的经验, 以期提升公路桥梁工程质量提供有益参考。

关键词 公路桥梁; 防水路基路面施工; 质量控制

中图分类号: U416.04; U445.4

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.18.014

0 引言

随着我国经济社会的快速发展, 公路桥梁建设进入高质量发展阶段。路基路面施工作为工程建设的核心, 其施工质量备受关注。防水路基路面能够有效阻隔雨水下渗, 防止路基软化, 是保障行车安全、延长使用寿命的关键。然而, 受材料性能、施工工艺、质量管控等多重因素影响, 防水路基路面施工中仍存在不少问题, 亟需系统研究先进的施工技术, 优化施工组织方案, 创新质量管理模式, 不断提升防水路基路面的整体施工质量, 推动公路桥梁事业高质量、可持续发展。

1 防水路基路面的主要材料及应用特性

1.1 防水材料的选择与技术参数

防水材料是公路桥梁防水路基路面的核心组成部分, 其性能优劣直接决定了整个防水体系的可靠性和耐久性。在防水材料的选择上, 设计者应充分考虑工程所处的自然环境条件, 如温度、湿度、日照等因素, 选用适宜的材料。就当前来看, SBS改性沥青、橡胶沥青和聚氨酯涂料是较为常用的三类防水材料。其中, SBS改性沥青兼具良好的高温稳定性和低温柔性, 能够适应温度的剧烈变化, 且具有优异的防水和防渗性能。橡胶沥青则在SBS改性沥青的基础上, 通过添加橡胶颗粒, 进一步提升了材料的抗裂性和耐久性, 特别适合用于温差大、车流量大的路段。而聚氨酯涂料作为一种新型防水涂料, 具有施工便捷、与基层粘结力强等特点, 可作为防水体系的有益补充。在筛选最佳防水材料时, 还应关注其技术参数, 如延展性、粘结性、

耐候性等指标, 通过综合比选, 优中选优, 最大限度地发挥防水材料的综合性能, 确保防水路基路面的施工质量。

1.2 路基材料的性能与应用要点

路基是防水路基路面的基础, 路基材料的选择和施工质量控制至关重要。就路基填料而言, 片石类材料、砂砾石和级配碎石是较为常见的三类。其中, 片石类材料棱角分明, 可紧密嵌合, 形成稳定的骨架结构。砂砾石则凭借其高强度、高刚度的特性, 能够在碾压后形成坚实的整体, 有利于提升路基的承载力^[1]。级配碎石则兼顾骨料的连续级配, 在保证强度的同时, 也能实现较高的压实度。在路基防水性能的控制上, 压实度和含水率是两个关键参数。一般而言, 路基压实度应不低于96%, 含水率则控制在最佳含水率的-2%~+1%之间。对于一些特殊土质, 如湿陷性黄土等, 还须辅以换填、预压等专项处理措施, 切实增强地基的稳定性, 为后续防水层的铺设创造有利条件。

1.3 路面材料的特性与使用条件

路面材料是防水路面的直接受荷体, 其性能直接影响路面的耐久性和使用寿命。当前, 沥青混凝土和水泥混凝土是两种主要的路面材料。沥青混凝土凭借其良好的弹性变形能力和柔性特征, 能够适应温度变化导致的收缩和膨胀, 在降低温度应力的同时, 还能起到一定的防水作用。但在高温环境下, 沥青容易发生流动, 因此对集料级配和油石比的优化控制至关重要。而水泥混凝土路面则具有高强度、高刚度等特点, 抗压性能突出, 车辙、坑槽等病害少发。但其抗拉强度相对较低, 因此在进行胀缝、伸缩缝等设计时须予

以重点考虑。除传统的沥青混凝土、水泥混凝土外,掺加纤维、橡胶粉等功能型添加剂也是改善路面综合性能的有效途径。纤维材料能够增强路面的抗裂性能,而加入橡胶粉则有助于提高路面的抗车辙能力。在路面材料的选择上,设计者还应充分考虑交通荷载、气候特点等因素,采用专业的配合比设计软件,优选出性价比最优的材料组合,最大限度地满足防水路面的使用要求。

2 防水路基施工关键技术及质量控制

2.1 基层处理与防水层铺设技术

在防水路面施工中,基层处理是保证防水层与路基充分黏结的首要前提。施工前,要本着“无缝化”的原则,对基层进行全面清理,彻底去除浮土、油污等影响黏结的杂质,为后续施工创造良好的条件。清理方法要因地制宜,对于普通路段,可采用高压水枪冲刷或者钢丝刷打毛,而对于油污严重路段,则需辅以人工铲除等方式,务必做到基层表面的清洁平整。对于已出现网裂、唧浆等病害的路段,还须采取注浆加固等专项处理措施,切实增强基层的完整性和承载力,为防水层的有效铺设夯实基础。在基层处理完成后,即可铺设防水层。铺设拌合料时要均匀洒布,摊铺厚度要严格控制,确保摊铺料与基层充分接触。与此同时,要实时监控摊铺温度,一旦温度低于规范要求,要采取加热等应对措施^[2]。碾压作业要连续进行,遍数不宜少于 3 遍,压实度应达到设计和规范要求。终压阶段尤其要注意防止碾压设备的二次碾压和停留,最大限度避免压痕等病害。防水层铺设完成后,还须及时开展无损检测,采用雷达、超声等技术手段,重点查找可能存在的密实度不足、厚度不均等问题,发现问题及时处理,为工程质量提供可靠保障。

2.2 黏结层施工与路面铺装工艺

黏结层是衔接防水层和面层的关键节点,其施工质量直接影响路面的整体性能。在材料选择上,应优选高标号的改性沥青,并控制好沥青的加热温度与撒布量。一般情况下,加热温度应控制在 150~170℃ 之间,撒布量则以 0.6~0.8 L/m² 为宜。撒布要分两次进行,第一次用量约占总量的 2/3,待其冷却后再撒布剩余的 1/3,从而确保沥青在基层表面的均匀铺展。撒布过程要连续进行,采用专用洒布车或人工洒布,尽量避免漏刷、堆积等现象。洒布完成后,及时采用压路机进行碾压,并控制好碾压遍数和速度,既要确保黏结层的密实度,又要避免纵向裂缝或推移现象。一般情况

下,建议碾压遍数不少于 4 遍,初压速度不宜过快,后期可根据实际情况适度加快碾压速度。待黏结层施工完成,并经 12 h 养护后,再开展面层的铺装作业。铺装过程要严格控制温度、速度等参数,摊铺温度控制在 140~170℃ 之间,摊铺速度以 2~4 m/min 为宜,碾压遍数则根据路面厚度而定,但要满足规范要求。铺装过程中还须妥善处理新旧路面的衔接,将接缝错开,并适度增加搭接宽度,防止接缝开裂和渗水。

2.3 接缝处理与施工质量检验方法

防水路面的接缝往往是产生病害的“罩门”,埋下工程质量的隐患。在施工中,应本着“预防为主”的原则,在接缝设置、衔接材料选用、密封工艺等方面严把质量关。在接缝布置上,应避开车辙和车道中心线,最大限度降低荷载应力。一般建议接缝与路线中心线保持 45° 夹角,分散车辆的冲击力。施工缝处要提前做好准备工作,包括基层的刷洁、粘层油的涂刷等,涂刷范围应适当扩大,防止接缝附近黏结不良。纵缝可采用热熔型或冷施工型材料,并控制好接缝的高低差,一般要求不超过 3 mm。在材料选择上,改性橡胶沥青是较为理想的选择,熔化温度以 160~180℃ 为宜。在密封施工时,还要控制好密封高度和宽度,一般要求高度为缝宽的 1.2~1.5 倍,宽度则不宜超出设计值的 15%,并采用钢直尺检查密封的饱满度和均匀性^[3]。为了检验防水路面的施工质量,还须开展一系列检测工作。检测对象包括原材料、拌合料和成品路面等,检测项目涵盖弯沉、渗水、厚度、平整度等各个方面。其中,弯沉值代表了路面的承载力,建议采用 3 m 直尺法检测,一般不宜超过 3 mm。渗水系数则反映了防水路面抵御雨水下渗的能力,可用蒸发量法检测,要求不大于 200 ml/(min·m²)。厚度和平整度代表了路面的外观质量,要求偏差值满足高速公路的标准要求。此外,还可结合弯沉值、渗水系数等指标数据,采用灰色关联分析等方法,综合评价防水路面的施工质量,找出薄弱环节,为质量提升指明方向。

3 防水路面施工工艺流程及管理措施

3.1 施工准备与现场环境控制措施

防水路面施工是一项系统工程,施工准备是确保工程顺利进行的首要前提。施工组织设计是施工准备的核心内容,它通过对施工过程的全面筹划和部署,明确施工工艺流程,合理配置人力、物力、财力等资源,为施工活动提供科学指引。在编制施工组织设计时,要全面考虑工程特点、现场条件、气候特征等因素,

因地制宜地选择施工方案。与此同时,原材料供应、设备调试、技术交底等各项准备工作也要提前谋划、协调到位,为正式施工创造有利条件。现场环境控制是确保施工质量的另一项关键举措。防水路面施工对施工环境有着较高要求,控制不当极易引发质量问题。在实践中,要高度重视施工便道的硬化,并铺设防尘网,定期洒水,最大限度地降低扬尘污染^[4]。雨雪等恶劣天气会严重影响防水路面施工质量,因此要密切关注天气变化,遇到大风或者雨雪天气,要果断停工,并采取覆盖等措施,最大限度地减少损失。在现场布置上,要本着“以防为主,防治结合”的原则,将材料堆放区与施工作业区分开设置,远离河流、基坑等环境敏感区,最大限度地降低环境风险。与此同时,产生的废料要及时清运,防止对周边环境造成二次污染。

3.2 施工过程中温湿度及平整度控制

防水路面施工对温湿度条件有着严格的要求,如何精准把控施工过程中的温湿度和平整度,是确保防水路面施工质量的关键。在温度方面,防水路面材料对温度变化较为敏感。当气温过低时,材料黏度会急剧增大,容易出现摊铺不均、碾压不实等质量问题。为此,要采取加热或者添加胶凝改性剂等措施,确保材料的温度满足施工要求。当气温过高时,材料则会出现离析、流淌等现象,碾压也难以达到预期效果。对此,要合理安排施工时间,避开高温时段,并在材料运输、摊铺过程中采取遮阳降温措施,有效控制材料温度。在湿度方面,空气湿度过大会降低材料间的粘结力,影响路面的整体性能。为此,在施工前要采用烘干或者自然晾晒方式降低集料的含水率,并控制好拌合料的出料温度,确保温度满足施工规范要求。当遇到雨雪天气时,要及时停工,最大限度减少湿度的不利影响。平整度控制贯穿于摊铺、碾压的全过程。在摊铺环节,要严格控制摊铺层的厚度、宽度,并利用红外线测温仪时刻监控摊铺温度场的均匀性,及时调整。在碾压环节,要依据施工规范要求,严格控制初压、复压和终压的速度、遍数,定期检测压实度,并根据检测结果及时优化碾压参数。

3.3 施工后密封性能与耐久性检测

防水路面的密封性能和耐久性能是评价其使用性能的两个关键指标,做好相关检测可为工程验收和使用维护提供可靠依据。密封性能检测的目的是考察防水路面抵御外界水分渗入的能力。在实践中,可采用蒸发量法、滴水法等技术手段进行定量评估。其中,蒸发量法通过测定一定时间内防水路面的蒸发量,来

判断其吸水性能和透气性能。一般要求蒸发量不大于 $0.1\text{ kg}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$,如果明显超过这一标准,说明防水路面的密封性能存在明显缺陷。耐久性能检测的目的是考察防水路面在实际运营条件下的抗裂、抗车辙等长期使用性能。其中,抗裂性试验是通过不断增加荷载次数,直至出现开裂,来判断防水路面的抗疲劳开裂能力,性能等级一般要达到Ⅱ级及以上^[5]。低温抗裂性试验是在特定低温条件下,通过三点弯曲方式测定防水路面的断裂韧性,性能要求一般不低于常规路面的80%。车辙试验是通过小型设备模拟车辆荷载,测定一定次数重复荷载后路面的永久变形量,并用动稳定度DS来定量描述,DS值越大,说明防水路面的高温稳定性越好。在实际检测过程中,要严格遵循相关规程和标准,控制试验条件,并对检测数据进行统计分析,找出薄弱环节,采取针对性的防治措施,持续提升防水路面的建设水平,更好地发挥其使用功能,最终实现防水路面建设的高质量目标。

4 结束语

公路桥梁防水路基路面施工是一项复杂的系统工程,涉及防水材料选择、路基处理、基层铺装、路面施工等诸多环节。各环节皆须严格把关、精益求精,尤其要重视材料选型、配合比优化、温度控制、平整度管理等关键控制点,强化质量检验,加强过程管控,严把工程质量关。唯有如此,方能充分发挥防水路基路面的综合性能,最大限度地减少病害发生,提高公路桥梁工程的耐久性和使用寿命,更好地服务于经济社会发展大局。在未来的建设实践中,建设者还应继续探索新材料、新工艺、新设备,优化施工组织,创新管理模式,推动防水路基路面施工技术的持续进步,为公路强国建设贡献更大力量。

参考文献:

- [1] 刁宪基.公路桥梁施工中防水路基路面的施工技术研究[J].运输经理世界,2024(08):101-103.
- [2] 王俊达,鲁明星.道路桥梁施工中防水路基路面施工技术分析[J].石材,2023(03):55-57.
- [3] 刘钦.道路桥梁施工中防水路基路面施工技术分析[J].大众标准化,2022(04):168-170.
- [4] 李强.道路桥梁施工中防水路基路面的施工技术分析[J].住宅与房地产,2020(04):232.
- [5] 林海青.道路桥梁施工中防水路基路面施工技术分析[J].住宅与房地产,2020(03):211.