

市政路桥施工中防水路基面的施工技术

李菲¹ 赵彬²

1. 烟台市市政养护中心; 2. 烟建集团有限公司第六建筑安装有限公司

摘要: 市政路桥防水路基面施工质量对工程耐久性至关重要。本文系统分析了防水路基面的作用与性能要求, 总结当前常用的施工材料与关键工艺, 剖析施工过程的质量控制要点。通过案例分析, 指出沥青混凝土、水泥混凝土、防水卷材、涂料等是防水路基面的主要材料, 基层处理、接缝施工是保证防水效果的关键。针对防水层开裂、渗漏等常见质量问题, 提出了材料选择、配合比优化、施工工艺控制等改进措施建议。研究成果可为提升市政路桥防水路基面施工质量提供参考。

关键词: 市政路桥; 防水路基面; 施工工艺; 质量控制; 常见问题

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.23.062

引言: 随着城镇化进程不断推进, 市政路桥工程建设规模日益扩大。为适应交通荷载增长、环境条件变化带来的挑战, 实现路桥的耐久性与安全性, 防水路基面施工愈发受到重视。近年来, 交通运输部发布的《公路桥梁防水工程技术规范》等系列标准规范, 为防水路基面施工提供了指导。然而, 受材料、工艺、质量控制等多方面因素影响, 防水路基面施工效果参差不齐, 渗漏、脱空、开裂等质量问题时有发生。因此, 亟须深入开展防水路基面施工技术研究, 系统总结施工质量控制要点, 探讨提升防水路基面施工质量、延长市政路桥使用寿命的有效途径。

一、防水路基面概述

(一) 防水路基面的概念与作用

防水路基面是市政路桥工程中设置在基层顶面, 起防水隔离作用的关键结构层面。其主要作用在于阻隔雨水等外界水分向路基下渗, 防止路基含水量增高引起强度下降, 从而保障路基的整体稳定性与路面结构的耐久性。同时, 防水路基面还可有效隔断路面车辙产生的水压力, 避免路面水压力作用于基层, 进而降低基层疲劳损坏风险, 延长路面使用寿命。因此, 防水路基面的设置对于提高市政路桥使用性能、保障行车安全至关重要。

(二) 防水路基面的性能要求

防水路基面必须具备优异的防水性能, 在长期的外界水压作用下仍能保持低渗透性, 确保雨水等不会渗入下部结构层。同时, 防水路基面还需具有足够的强度与刚度, 以承受来自上部结构层的荷载应力, 减少路面变形。此外, 防水路基面还应具备良好的耐久性, 能够抵抗车辆荷载、温度变化等外界因素的长期作用与破坏, 避免出现开裂、脱空等损害; 并且与上下邻接层具有良

好的黏结性能, 确保各结构层之间能够协同工作, 发挥整体性能。只有同时满足防水性、强度刚度、耐久性 etc 要求, 防水路基面才能发挥应有的作用。

(三) 常见的防水路基面施工材料

目前市政路桥工程中常用的防水路基面施工材料主要包括沥青混凝土类、水泥混凝土类、防水卷材类和防水涂料类等。其中, 中粒式沥青混凝土凭借优异的防水性能得到广泛应用; 聚合物改性沥青混凝土、橡胶沥青混凝土等新型沥青混凝土材料凭借更佳的柔韧性、抗车辙性能也逐步得到推广。高性能混凝土、聚合物水泥混凝土等材料可用于制备刚度更高的水泥混凝土防水层。沥青基防水卷材、高分子防水卷材等可用于易开裂部位的防水处理。聚氨酯、聚脲等喷涂式防水涂料材料也在桥梁工程防水中得到应用。

二、防水路基面施工技术要点

(一) 施工准备

防水路基面施工准备工作需要全面审核图纸设计文件, 编制可操作性强的施工组织设计和专项施工方案, 明确质量控制目标与重点难点。要进行施工测量放样, 综合考虑线型、高程、横坡等因素进行精确定位。同时, 应加强原材料质量管控, 对进场的水泥、沥青、集料、掺合料等按规范进行理化性能检测, 确保满足设计要求。对于防水卷材、涂料等成品, 应检查其出厂合格证与性能检测报告, 并按规定进行平行试验。施工机械设备需经专业人员检修维护, 符合精度、功率等性能要求。施工人员须经岗前培训考核, 掌握设计意图、规范标准、操作规程等内容, 树立质量意识。务必高度重视施工准备工作, 为防水路基面的高质量施工奠定坚实基础。

(二) 基层处理

防水路基面施工必须以基层质量过硬为前提。施工前, 应全面清理基层面积尘、油污等杂物, 并用高压水枪冲刷至表面洁净。对于混凝土基层, 要认真修补蜂窝、裂缝等缺陷, 并通过铣刨、丛毛处理形成一定毛糙度, 增大与防水层的黏结力。当基层不平整时, 应使用聚合物砂浆或细石混凝土找平, 控制厚度均匀, 分层碾压密实。混凝土基层含水率应控制在3%以内, 过高时可采用烘烤或铺设吸水土工布进行处理。清理表面浮浆, 修补露石、裂缝等缺陷, 并控制好标高和坡度。水泥稳定碎石基层应洒水养生至强度达标。沥青稳定碎石基层应控制好粘层油的洒布量与粘层砂的撒布均匀性。

(三) 防水材料的运输、储存与质量检测

防水路基面所需的大宗材料如沥青、水泥、砂石

等,应采用密闭清洁的运输车辆,并用苫布覆盖,防止泄漏、污染。堆放时应分类码放,并设置专门的料棚遮蔽,定期检查防潮措施。防水卷材、涂料等成品材料要随车装载防护,避免挤压变形、破损,堆放于通风干燥处,防止曝晒雨淋。施工用的乳化沥青、改性沥青等应随用随运,减少搅拌后的闲置时间,并控制运输温度。现场搅拌的混凝土、沥青混合料等应集中拌制,严格控制运输时间,避免离析、泌水等问题。所有进场材料必须复核质保资料,按规范进行抽样检测。水泥的安定性、强度,沥青的针入度、延度,防水卷材的尺寸、拉伸性能,涂料的黏结强度、耐候性等关键指标都应符合要求。

(四) 防水路基面铺设施工

沥青混凝土防水层应连续摊铺,控制温度、速度、厚度的均匀性,接缝料要饱满,碾压要及时到位,把控初压、复压、终压的温度与遍数。水泥混凝土防水层施工应严格控制配合比,拌合物坍落度满足摊铺要求,浇筑连续,振捣密实,快插慢拔,抹面闭合,覆膜洒水养护。卷材防水层铺设前应处理基层,选择合适的黏结层材料,搭接严丝合缝,避开车辙与应力集中区。涂料防水层要均匀涂刷,分层涂装时要待前层固化后进行,无针孔、流淌、裂纹。此外,要做好防水层的成品保护,硬化前禁止上人,定期洒水养护,避免车辆碾压。铺装施工是防水路基面的关键一环,唯有精益施工,方可确保防水层的整体优良性能。

(五) 接缝与细部构造施工

防水路基面的接缝与细部构造易成为渗漏水的薄弱环节,因此施工时必须严丝合缝,精益建造。沥青混凝土防水层宜采用热接缝,接缝料级配、温度应满足要求,摊铺碾压密实饱满,无离析、马蹄印。水泥混凝土防水层在分格缝、变形缝处应设不锈钢止水钢板,两侧衬以钢板,钢板规格、材质、搭接长度符合设计要求。防水卷材在上人口、管根等部位要附加一层,严密搭接,封闭黏结。涂料防水层在阴阳角、管根处应增厚涂层,设置附加保护层。衔接缝、分格缝等细部应嵌填密封胶,并压实抹平。易开裂部位可在防水层上增设柔性防水保护层。总之,接缝与细部构造处的施工质量往往决定了防水路基面能否安全耐久,必须慎之又慎,精益求精。

(六) 防水层养护与成品保护

沥青混凝土防水层碾压成型后应避免大吨位车辆直接碾压,待表面降至50℃以下再开放交通,并控制车速与载重,禁止紧急制动、急转弯等剧烈行为。水泥混凝土防水层终凝后要全面覆膜洒水养护至少14天,保持表面湿润,避免大风暴晒等不利影响。防水卷材、涂料施工后短期内禁止上人、堆物,待强度达到要求后再进行后续施工,严防锐器刻划、重物冲击、化学品腐蚀。

后续上部结构施工时,防水层面须铺设钢板或厚砂垫层保护,材料严禁在其上堆放,车辆、设备严禁在其上碾压或剧烈振动。同时,应加强防水层的日常巡查,对破损、开裂等缺陷及时修补,定期检测其黏结强度、渗水性能等。一旦发现问题,立即采取补救措施,消除隐患,最大限度保证防水路基面的耐久性与完整性。

(七) 施工质量控制要点

施工前应会同设计、监理等单位审图交底,编制可行的质量控制措施。施工中应严把原材料进场检验关,从源头上控制施工质量。混凝土、沥青混合料应优化配合比,开展原位测试,确保路用性能满足设计要求。防水层铺设时应合理安排工序,优化施工工艺参数,严格控制摊铺温度、速度、厚度的均匀性,接缝部位应饱满密实。要精心做好细部构造施工,满足防水、耐久的要求。施工完成后须及时清理杂物,加强成品保护。质检员应及时开展外观质量检查、厚度检测、黏结强度检测、渗水检测等关键项目检验,形成完整的质量验评资料。建立质量责任制,将质量目标层层分解到各岗位。

三、防水路基面施工质量问题与防治

(一) 防水层开裂、脱空、起鼓问题分析与防治

防水路基面开裂、脱空、起鼓等问题严重危害路桥耐久性与行车安全,必须采取有效的防治措施。产生这些问题的主要原因包括:基层含水率过高、表面不平整,防水层厚度不均、材料性能不佳、接缝质量控制不严、成品保护不到位等。针对性的解决方案如下:第一,基层养护至少28天,含水率控制在3%以内,表面偏差不得超过5mm;第二,选用高弹性、耐老化防水材料,改善温度稳定性与抗裂性;第三,合理设置防水层厚度,薄弱处增设附加层,接缝宽度应满足规范要求;第四,接缝处采用热熔法黏结,搭接严丝合缝,无褶皱、无空鼓;第五,成品保护及时到位,硬化前禁止车辆直接碾压,定期检查养护,及时修补破损。防水路基面施工必须从材料选择、配合比优化、工艺参数控制、成品保护等方面综合发力,精益建造,系统规避质量通病。

(二) 接缝渗漏问题分析与防治

防水路基面接缝渗漏问题频发,危害路基路面安全,亟须高度重视。引发渗漏的因素主要有:接缝设计不合理、过于密集,防水材料搭接不严密、黏结不牢固,接缝处附加层设置不到位,嵌缝料强度不足、老化失效等。为有效遏制渗漏,应采取如下防治策略:一是优化接缝设计,减少接缝数量,必要时设置止水钢板;二是采用耐久性好、黏结性强的防水材料,卷材搭接不小于100mm,涂料接缝处增加涂层厚度;三是在接缝处设置附加防水层,提高抗变形能力;四是选用高弹性、耐老化的橡胶沥青嵌缝料,并控制其填充密实度;五是保证黏结层施工饱满均匀,定期检查接缝完好性,及时修补老化、开裂的接缝。此外,易开裂部位可铺设柔性

防水保护层。接缝渗漏问题治理须从结构设计、材料选型、施工工艺、质量控制各环节系统把控，精益施工，严格养护，方能确保防水路基面的整体性与耐久性。

（三）防水层强度、刚度不足问题分析与防治

防水层强度与刚度不足极易引发车辙、裂缝等病害，削弱防水效果，缩短使用寿命。其主要成因包括：防水材料本身强度不高，抗变形能力差；配合比不当，温度稳定性差；施工工艺控制不当，碾压质量未达标；防水层厚度不足，承载能力不足；基层强度不足，为患病害滋生埋下隐患。应对上述问题，宜采取以下防治对策：一是优选高强度的改性沥青、聚合物水泥等防水材料；二是通过配合比优化设计，改善防水层温度稳定性与可碾压性；三是控制摊铺温度不低于10℃，碾压遍数不少于4遍，终压温度不低于80℃；四是严格控制防水层厚度，不得小于3cm；五是加强基层质量管控，7d无侧限抗压强度应大于2.5MPa。同时，在后期运营中应加强车辙、裂缝的检测，及时处治病害，避免连锁破坏。

（四）防水层与基层黏结不良问题分析与防治

导致黏结不良的因素复杂，既有基层质量因素，也有防水层自身原因。基层表面污染严重、含水率过高、强度不足、开裂变形等，都会影响界面黏结；而防水材料自身与基层相容性差、温度变化下易脱粘，黏结层施工不到位、厚薄不均，也会导致黏结力不足。对此，应采取以下防治措施：首先，应加强基层清理，表面无浮浆、油污、灰尘、积水，含水率应低于3%；其次，应提高基层强度，局部夯实度不低于96%；再次，黏结层要采用适宜的界面剂，涂刷均匀饱满，厚度控制在2mm左右；此外，防水材料应与基层相容性良好，黏结强度应大于基层内聚强度；最后，要做好成品保护，防水层强度达到要求前不得开放交通。同时，在后期运营中还应关注基层开裂、起砂等问题，及时处治病害隐患。只有从防水体系的构成材料、结构设计、界面处理、质量控制、后期维修等多方面系统施策，才能最大限度规避黏结不良问题，确保防水路基面安全耐久。

四、工程案例

（一）工程概况

以某市政快速路工程为例，全长6.5km，双向六车道，设计时速60km/h。路面结构自上而下依次为：4cm细粒式沥青混凝土（AC-13）、6cm中粒式沥青混凝土（AC-20）、8cm水泥稳定碎石、20cm水泥稳定粒料、20cm级配碎石。其中，防水黏结层采用SBS改性沥青，厚度1.5cm；防水层采用两布三油式SBS沥青防水卷材，厚度4mm。全线共设置2座大桥、1座互通式立交、6个匝道，桥面铺装采用双层式，即5cm细粒式改性沥青混凝土+5cm中粒式改性沥青混凝土。

（二）防水路基面设计与施工方案

针对工程实际，设计中提出了“刚柔结合、点面结合、排架结合”的防水路基面设计理念。在材料选择上，路面防水黏结层采用SBS改性沥青，防水层采用两布三油式SBS沥青防水卷材；桥面防水层采用喷涂式聚脲防水涂料，厚度2mm。在施工工艺上，沥青混凝土防水层采用摊铺碾压成型工艺，接缝采用热接缝工艺；防水卷材采用满粘法铺贴，搭接缝宽度不小于100mm；聚脲防水涂层采用高压无气喷涂工艺，通过增设附加层提高防水性能。同时，方案中还对接缝设计、细部构造等方面进行了优化，如在伸缩缝处设置凹槽过渡，在泄水管周边增设附加防水层等。

（三）施工效果评价

经过精心施工，该工程的防水路基面施工质量得到有效控制。防水层厚度、黏结强度检测结果均满足设计要求，低温柔性试验、渗水试验等结果表明防水层耐久性良好。运营两年来的跟踪调查显示，路基、路面无明显病害，桥面铺装完好，防水效果良好。综合来看，该工程通过科学设计与精益施工，较好地解决了防水路基面的耐久性问题，为后续同类工程提供了宝贵经验。但其长期防水效果还有待进一步跟踪评估，同时在防水路基面的检测评价、性能指标量化等方面还需深入研究。此外，新材料、新工艺、智能化施工等方面的应用也需进一步加强，不断提升防水路基面的质量品质，为城市道路桥梁的耐久安全提供更加有力的支撑。

结束语：市政路桥防水路基面施工质量控制是一项系统工程，需要从材料选用、配合比设计、工艺流程优化、细部构造设置等多方面着手。设计施工中应重点做好基层处理，加强接缝部位施工质量控制，强化防水层成品保护，严格落实各项质量控制措施，确保防水路基面施工质量。未来，防水路基面施工还需向材料性能提升、施工工艺创新、质量检测智能化方向发展，进一步推动新材料、新技术、新工艺的研究与应用，为市政路桥工程高质量建设提供更加有力的技术支撑。

参考文献

- [1] 胡国钦. 浅析市政路桥施工中防水路基面的施工技术[J]. 中华建设, 2024, (02): 125-127.
- [2] 施晓敏. 市政路桥施工中防水路基面的施工技术[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024, (01): 223-225.
- [3] 檀诚钟. 基于市政路桥施工的防水路基面的施工技术分析[J]. 中华建设, 2023, (06): 134-136.
- [4] 杨淑红. 市政路桥施工中防水路基面的施工技术[J]. 运输经理世界, 2022, (29): 19-21.
- [5] 韩健美. 市政路桥施工中防水路基面的施工技术[J]. 运输经理世界, 2022, (08): 28-30.
- [6] 卢智斌. 浅谈市政路桥施工中防水路基面的施工技术[J]. 四川水泥, 2021, (09): 227-228.