

道路桥梁施工中高性能混凝土的应用分析

宋凤 宋明英 黄超

四川建筑职业技术学院 610399

【摘要】在城市交通持续发展与基础设施质量标准不断提高的背景下，道路桥梁对施工材料提出更高要求。高性能混凝土凭借强度高、耐久性好、适应性强等优势，已广泛应用于道路桥梁建设中。基于此，本文阐述了道路桥梁施工中应用高性能混凝土的必要性，并提出规范道路配料工艺、细化混凝土搅拌环节、强化混凝土养护措施、推动道路施工智能化四条策略，旨在提升高性能混凝土应用效率，延长桥梁使用寿命，为现代交通工程建设提供材料与技术支持。

【关键词】道路桥梁；高性能混凝土；工程管理

Application analysis of high performance concrete in road and bridge construction

Song Feng Song Mingying Huang Chao

Sichuan Vocational and Technical College of Architecture 610399

【Abstract】 With the continuous advancement of urban transportation and rising infrastructure quality standards, road and bridge construction now demands higher material specifications. High-performance concrete (HPC), renowned for its exceptional strength, durability, and adaptability, has become a cornerstone in modern road and bridge engineering. This paper highlights the critical importance of HPC implementation in construction practices, proposing four strategic approaches: standardizing mix design protocols, optimizing mixing processes, enhancing curing procedures, and advancing intelligent construction systems. These measures aim to boost HPC application efficiency, extend bridge service life, and provide robust material support for contemporary transportation infrastructure development.

【Key words】 road and bridge; high-performance concrete; engineering management

引言：

在道路桥梁中，材料性能优劣是决定桥梁工程质量与使用寿命的核心因素。高性能混凝土因具备强度高、耐久性好、稳定性强等特点，是道路桥梁施工中的优选材料。与普通混凝土相比，其在力学性能、抗渗能力以及服役周期等方面均具有显著优势，在复杂气候及荷载环境下可表现出更强的适应性。因此，工程建设对材料提出多元化诉求的同时，也促使施工技术需不断调整以配合高性能混凝土的特性变化。在道路桥梁施工中，怎样从设计、施工到后期养护全过程合理应用该类材料，已成为行业关注的重点。围绕高性能混凝土的材料、性能及技术开展分析，有助于提升道路桥梁工程的整体质量。

一、道路桥梁施工中应用高性能混凝土的必要性

1.提升抗渗抗裂性能

道路桥梁长期处于外界水汽、盐雾、温度变化等多重环

境因子的持续影响中，对混凝土的结构完整性提出更高要求。高性能混凝土在材料组成及工艺设计方面可有效降低孔隙率，具备优良的抗渗能力能够有效阻隔外部介质侵入，延缓内部钢筋的锈蚀过程。这种材料在水胶比控制、矿物掺合料优化以及微观结构稳定性上具有显著优势，使裂缝产生可能性明显下降。相比普通混凝土，其早期强度发展更快干缩率更低，因而在承受体积变形应力时不易产生裂缝扩展，有利于保持桥梁结构的整体连续性。道路桥梁在承受动载反复作用时，如混凝土存在微裂纹，则易在后期累积扩展形成隐患，而高性能混凝土可在这种多重应力作用下有效缓解内部应力集中，从源头上降低渗水开裂的风险。

2.优化施工适应能力

高性能混凝土具备良好的工作性能，在保证高强度与高耐久的前提下，其流动性、保水性及可泵送性更适应现代化施工工艺。道路桥梁工程涉及复杂地质环境、多变气候条件及严格工期限制，对混凝土材料的适应性提出了具体要求。这种材料在配合比设计中引入高效减水剂及适量矿物掺合料能够在不增加水胶比的情况下维持良好施工易性，便于在

大型桥梁结构中形成连续稳定的浇筑操作。在高温、高湿、高寒或风大等特殊气候条件下,高性能混凝土对环境适应能力更强可降低因气候波动导致的施工质量波动。在立体交叉、高墩大跨、异型结构等多样化桥梁设计需求下,其材料性能可以精准地匹配复杂构件施工需求。因此,采用性能更加稳定的混凝土材料有助于提高整体施工效率,降低因停工、返工带来的不确定因素,增强工程进展的可控性。

3.减少养护维修频次

桥梁作为长周期服务的交通载体,其后期养护在整个工程生命周期中占据较大比重。高性能混凝土由于其优异的耐久性能够有效减缓材料老化、碳化、钢筋锈蚀等问题出现频率,减少后期养护干预的需求。在道路桥梁中使用这种混凝土材料可以显著延长结构使用年限,降低裂缝修补、表面涂层更换、钢筋加固等常规维护操作的频度。高性能混凝土的良好体积稳定性,意味着其在环境侵蚀下难形成表层剥蚀,对维持桥梁结构完整性具有稳定支撑。桥梁运行期间一旦出现早期损伤会带来交通运行风险,引发管理负担,因此材料本身稳定性直接影响设施的可用性。与此同时,选用高性能混凝土能够减轻长期维护压力,为道路桥梁提供更高效率的运维支持,从而提升公共基础设施的整体服务效益。

二、道路桥梁施工中应用高性能混凝土的策略

1.规范道路配料工艺,提升混凝土性能稳定性

在施工中,使用高性能混凝土对选用原材料、调整配合比及拌合方式的要求较严格,其内部结构致密性、早期强度增长速度及耐久指标高度依赖于配料精度。须以科学参数控制为前提,保证水胶比、砂率、胶凝材料掺量在允许波动范围内运行,才能从而有效减少拌合偏差带来的性能波动。高性能混凝土常涵盖多种矿物掺合料及外加剂成分,其协同反应受比例影响显著,配合比一旦失衡极易引发凝结时间变化、泌水开裂、强度不均等问题。因此,在道路桥梁实际施工中,应明确材料匹配标准、工艺流程与施工条件之间的逻辑关系,将高性能混凝土有机结合材料特性与现场需求,才能保障稳定输出性能。

在规范道路配料工艺过程中,相关工作人员可围绕高性能混凝土的性能要求,采用试配法配合比设计结合多组试验确定最优参数。在具体操作中,相关工作人员应根据试验数据将水胶比设定为 0.32,保证混凝土获得所需强度。砂率方面,相关工作人员将比例调整至 38%,有助于提高工作性能并抑制泌水现象。同时,为改善耐久性,设计人员可以掺入适量硅灰及粉煤灰作为复合矿物掺合料,其中硅灰含量控制在 6%,粉煤灰掺量约为 15%,用于增强混凝土致密性。配

合比设计完成后,施工现场需严格按试验室参数投料,拌合设备实时监测投入量误差,保障混凝土均能达到设计要求。在实际浇筑过程中,浇筑工人反馈混凝土流动性良好,无泌水无离析操作顺畅震实效果明显,后期拆模观察混凝土表面光洁无裂缝。相关工作人员结合配合比试验、数据修正及现场技术监督能使高性能混凝土材料性能有效匹配工程应用需求,从而保障桥梁结构在强度、稳定性及长期服役中的安全表现。

2.细化混凝土搅拌环节,保障拌合均匀一致

高性能混凝土的物理性能依赖于各组分材料在搅拌过程中形成的均匀分布状态,而这一点在道路桥梁施工中很关键。材料种类多、掺合要求高的高性能混凝土,对搅拌工艺提出了高精度及控制顺序的要求。搅拌过程若存在时间不均、投料随意或混合强度不足等问题,极易引起局部成分浓度差异,进而影响整体强度、抗裂能力及工作性能。与此同时,规范的搅拌操作直接影响大体积连续浇筑中各批次混凝土之间的性能一致性。道路桥梁工程结构复杂、体量大,对拌合均匀性的稳定输出提出连续性要求,若没有精细调整搅拌工艺后续浇筑将难以保障整体一致性。

在道路桥梁工程中,相关工作人员应用高性能混凝土时,为细化混凝土搅拌环节、保障拌合均匀一致,需调整传统搅拌技术流程。针对高性能混凝土掺合料种类多、反应活性强的特点,相关工作人员可采用多次投料法优化处理。在搅拌前,先将胶凝材料与细骨料投放至搅拌机内搅拌 30 秒,保证两者在干态下初步融合避免粉料在水中直接结团。随后加入全部的拌合水跟事先配制好的外加剂溶液,再搅拌 30 秒,使外加剂能够在水中完全扩散并与粉料充分反应。最后一步则投入粗骨料终搅拌,时间控制在 60 秒左右以增强整体拌合物的结构均匀性。全过程中,搅拌机转速应保持在标准范围,相关工作人员需同步记录投料时间、批次编号及出机时间,保证每批混凝土可追溯。在此过程中,施工现场技术人员需观察出料后的混凝土状态,当未发现游离水、结块或色差现象,表明拌合物可表现出良好的施工性。在浇筑环节,还要使泵送过程顺畅混凝土分布均匀,振捣后表面无泌水迹象。经过这一环节,相关工作人员能有效避免因搅拌不均引发的局部开裂,从而为道路桥梁结构提供稳定的性能保障,进一步落实高性能混凝土在现场的应用目标。

3.强化混凝土养护措施,延续桥梁使用寿命

道路桥梁使用周期长服役环境复杂,对混凝土的耐久性提出了持续要求,高性能混凝土在硬化初期的水化反应过程中,对内部湿度保持十分敏感,水分流失过快将直接影响强度形成。在大体积结构或高温干燥气候条件下,表层水分蒸发速度加快易造成裂缝早发,影响整体结构密实性及钢筋

保护层厚度的有效性。与此同时,高性能混凝土含有多种活性掺合料,水化反应周期较长,只有在湿润环境中维持足够的反应条件,才能保证结构内部均质、致密且稳定。为此,施工阶段需结合桥梁结构特性,采取有效、连续的保湿手段防止表面早期干缩延缓老化进程,从而保障道路桥梁路面长久性。

相关工作人员在道路桥梁施工过程中,面对大跨度桥面铺装段的高性能混凝土养护需求可采用覆盖保湿养护方式保障硬化条件。在浇筑作业完成后,施工组需迅速安排人员开展表层处理操作。等待表面初凝后,现场技术员应检查混凝土状态,并判定是否进入可覆盖时间段。覆盖过程中,保温麻袋需提前浸水至饱和状态再由专人铺设,覆盖区域必须宽出模板边缘 30 厘米以上,以防边缘水分蒸发过快引起裂缝。为提升封闭效果,相关工作人员应在麻袋上方再叠加一层塑料薄膜,用砂袋压边固定保证搭接部分紧密、无明显缝隙,整体覆盖厚实且不移位。夜间气温波动大,现场人员需要不间断巡查重点检查表面冷凝水珠情况及覆盖材料是否完整。每四小时检查一次,当发现有缺口立即补盖,若遇风大则用竹条加压固定。在养护中若桥面部分位置出现麻袋发干现象,施工人员需立即对其重新浸水,并将上层塑料膜换为新膜以保持湿润环境。整个保湿养护过程要维持一周,保证混凝土表层颜色一致无早期收缩裂缝,使抗折性能满足设计要求。采用这种持续稳定的湿润保护操作,相关工作人员能有效控制高性能混凝土早期干裂问题,使混凝土内部结构充分水化,从而有力支撑道路桥梁的耐久性目标。

4.推动道路施工智能化,提高混凝土应用效率

传统依赖人工经验的施工管理方式,在复杂结构、长线布局及多工种协作的条件下,难以保障高性能材料性能稳定输出。推动道路施工智能化有助于整合施工数据、提高响应速度,增强混凝土应用过程中的风险识别能力。基于此,高性能混凝土对温度、湿度、养护条件等因素高度敏感,施工中任何细节偏差都可能引发质量波动。介入技术手段可将传感、数据分析与施工指令紧密结合,缩短判断链条、减少人为失误,同时为后期混凝土结构的健康状

态提供连续反馈。因此,智能化手段已成为贯穿选用材料、检测质量及后期养护全流程的支撑工具,是提升桥梁施工质量的重要手段。

在道路桥梁施工现场,相关工作人员为提升高性能混凝土应用效率可推行智能化维护及检测手段来加强管理控制。施工技术组在桥梁主梁位置需要布设多组混凝土传感节点,每个节点均涵盖温度传感器及湿度感应器,同时借助内嵌芯片跟数据采集器实时传输状态数据。桥面混凝土浇筑后,控制台上将即刻显示各节点内部温度变化曲线,相关工作人员则依据数据趋势判断混凝土水化反应进程,并据此调整养护时间段及湿润程度。当传感器捕捉到某一区段内部升温过快,技术负责人应立刻指令喷雾组加大该区域保湿频率,避免内部水分蒸发导致结构收缩。与此同时,监测平台还将实时记录温度峰值点及持续时间,配合现场日志统一归档为后期质量追溯提供依据。进入使用阶段后,养护班组可依据传感数据持续关注结构沉降速率及裂缝风险点变化情况,检测报告需以图表形式发送至项目中心。若发现单元段温度异常或受力状态不符,维保组应及时进入现场检查避免扩大小问题形成结构隐患。借助传感技术捕捉数据、后台分析处理、现场及时响应,相关工作人员能在实际操作中有效压缩问题暴露周期,显著提升桥梁中高性能混凝土的使用效率,稳定发挥高性能材料的工程价值。

结束语:

在道路桥梁工程质量标准持续提升的趋势下,应用高性能混凝土可回应结构安全的工程需求,推动深度融合施工技术、材料科学及智能管理。其在力学性能、适应性及维护效率上的综合优势可强化基础设施在复杂环境下的能力,体现出现代工程对施工精度的高度重视。因此,协同使用高性能混凝土与智能化施工手段能为交通建设注入更具韧性的材料支持及更可控的施工路径。在此基础上,持续优化配料精度、细化操作流程并扩展数据应用,将成为推动桥梁工程高质量发展的重要抓手。

参考文献

- [1]仲伟杰,吴建.道路桥梁施工中混凝土强度检测研究[J].中国水泥,2025,(06):66-68.
- [2]苏中松.高性能混凝土技术在道路桥梁工程施工中的应用研究[J].现代工程科技,2025,4(08):125-128.
- [3]王春晖.高性能混凝土在道路桥梁工程施工中的应用[J].交通建设与管理,2024,(05):77-79.
- [4]高寅生.高性能混凝土在道路桥梁工程施工中的应用分析[J].中国建筑装饰装修,2022,(16):149-151.

作者简介:宋凤,1996年08月,女,汉族,四川成都,硕士,助教,研究方向:排水、绿色建筑。