

市政道路桥梁混凝土施工技术研究

黄云凯

江西建工第二建筑有限责任公司 江西 南昌 330000

摘要: 市政道路桥梁工程中, 混凝土施工技术直接影响工程质量和耐久性。本文分析混凝土原材料的性能与选择要点, 包括水泥、骨料及外加剂的合理选型。探讨配合比设计的关键参数与特殊混凝土的适配方案, 重点阐述路基、主体结构及特殊工况下的施工技术要点。同时提出通过全过程质量控制预防裂缝等病害, 为提升市政路桥工程可靠性提供实践参考。

关键词: 市政道路桥梁; 混凝土施工; 原材料选择; 配合比设计; 质量控制

引言: 市政道路桥梁作为城市交通关键基础设施, 其质量关乎城市发展。混凝土作为主要建筑材料, 施工技术影响工程整体质量。随着城市发展, 对道路桥梁质量要求提高, 研究混凝土施工技术, 解决施工难题, 提高工程质量, 成为当前市政建设重要课题。

1 市政道路桥梁混凝土原材料性能与选择

1.1 水泥

在市政道路桥梁建设中, 水泥是混凝土不可或缺的胶凝材料, 常见种类包括普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥及复合硅酸盐水泥等。各类水泥性能特点存在明显差异。普通硅酸盐水泥强度等级高, 早期强度增长快, 凝结时间适中, 适用于强度要求高且工期紧迫的工程。矿渣硅酸盐水泥由于掺入大量矿渣, 水化热较低, 耐热性好, 后期强度稳定, 适合大体积混凝土及高温环境施工。火山灰质与粉煤灰硅酸盐水泥同样具有水化热低的特性, 抗渗和抗硫酸盐侵蚀能力较强, 常用于有抗渗要求或侵蚀性环境中的工程。复合硅酸盐水泥综合多种掺合料优点, 性能均衡, 适应范围广^[1]。水泥选择需综合考虑多方面因素。工程环境是关键考量, 寒冷地区应选用抗冻性好的水泥, 潮湿或水下环境则需抗水性和抗硫酸盐侵蚀性强的品种。施工要求同样重要, 对早期强度要求高的工程宜选用普通硅酸盐水泥, 而工期较长且注重后期强度的工程则可考虑矿渣硅酸盐水泥等类型。

1.2 骨料

骨料是混凝土的主要组成材料, 分为粗骨料和细骨料。粗骨料一般指粒径大于4.75mm的岩石颗粒, 细骨料则是粒径小于4.75mm的天然砂或人工砂。粗、细骨料的物理性能指标对混凝土性能影响重大。粒径大小影响混凝土的工作性和强度, 合适的粒径能使混凝土拌合物具有良好的流动性, 且能提高混凝土强度。级配良好的骨

料, 空隙率小, 可减少水泥用量, 降低成本, 同时提高混凝土密实性和强度。含泥量过高会降低混凝土强度和耐久性, 因为泥土会阻碍水泥与骨料的粘结, 且在混凝土硬化过程中产生收缩, 导致裂缝产生。骨料选择有严格要求与控制要点。粗骨料应质地坚硬、洁净, 粒形接近立方体, 针片状颗粒含量不宜过多。细骨料应颗粒级配良好, 质地均匀坚固, 含泥量和泥块含量需控制在规定范围内。

1.3 外加剂

常见混凝土外加剂种类繁多, 减水剂能减少用水量, 提高混凝土流动性, 在保持强度不变的情况下降低水泥用量; 引气剂可引入大量均匀分布的微小气泡, 改善混凝土工作性, 提高抗冻性和抗渗性; 早强剂能加速水泥水化, 缩短混凝土凝结时间, 提高早期强度, 适用于紧急抢修工程或冬季施工。外加剂作用机理各不相同。减水剂通过吸附分散作用, 使水泥颗粒表面形成静电斥力, 分散水泥颗粒, 释放包裹的水分, 从而增加流动性。引气剂在搅拌过程中引入气泡, 气泡起到滚珠轴承作用, 改善混凝土和易性。早强剂则促进水泥水化反应, 加快早期强度发展。外加剂选择与使用要注意多方面。根据工程需求和混凝土性能要求选择合适外加剂, 使用前需进行试验, 确定最佳掺量。不同种类外加剂复合使用时, 要注意兼容性, 避免发生不良反应影响混凝土性能。

1.4 水

混凝土拌合用水水质要求严格, pH值应不小于4.5, 不溶物含量不超过2000mg/L, 可溶物含量不超过5000mg/L等。水质对混凝土性能潜在影响不可忽视。若水中含有有害物质, 如酸性物质、氯化物等, 会与水泥发生化学反应, 影响水泥水化, 降低混凝土强度和耐久性。氯化物还会引起钢筋锈蚀, 威胁结构安全。必须严格控制拌合用水水质, 确保混凝土质量。

2 市政道路桥梁混凝土配合比设计

2.1 配合比设计的基本要求

在市政道路桥梁建设中,混凝土配合比设计需满足多方面性能指标。强度是关键指标之一,混凝土必须具备足够的强度来承受道路桥梁在使用过程中承受的各种荷载,如车辆行驶产生的动荷载、结构自重等。工作性同样重要,良好的工作性确保混凝土在搅拌、运输、浇筑和振捣过程中能顺利操作,不出现离析、泌水等现象,保证施工顺利进行^[2]。耐久性关乎道路桥梁的使用寿命,混凝土要能抵抗环境因素的侵蚀,如冻融循环、化学腐蚀等,长期保持性能稳定。除性能指标外,施工工艺和经济性也是重要考量。不同施工工艺对混凝土性能要求不同,如泵送混凝土需具备较好的流动性,大体积混凝土要控制水化热。经济性方面,要在满足性能要求前提下,尽量降低水泥等材料用量,节约成本。

2.2 配合比设计的参数确定

水灰比是影响混凝土强度和耐久性的关键参数。确定水灰比时,要依据混凝土强度与耐久性要求进行计算分析。强度要求高时,水灰比应较小;考虑耐久性,如抗渗、抗冻要求,也需控制水灰比在合理范围。砂率选取受骨料种类、粒径等因素影响。粗骨料粒径大,砂率可适当减小;细骨料细度模数小,砂率要适当增大。合理砂率能使混凝土骨料总体积最小,水泥用量最省,且保证混凝土工作性。单位用水量结合混凝土工作性要求和骨料性能选择。工作性要求高,如流动性大,单位用水量要增加;骨料吸水性强,也要适当增加用水量,但要避免用水量过多导致混凝土强度降低和耐久性变差。

2.3 配合比设计的步骤与方法

配合比设计有明确计算流程。先进行初步配合比计算,根据设计强度等级、原材料性能等参数,通过经验公式或图表法计算各材料用量。接着进行基准配合比调整,通过试拌调整初步配合比,使混凝土工作性满足要求。然后确定试验室配合比,根据基准配合比制作试件,进行强度试验,根据试验结果调整配合比。最后进行施工配合比换算,考虑施工现场砂石含水率,将试验室配合比换算为施工配合比。各步骤操作要严谨,注意试验条件控制,确保数据准确。

2.4 特殊混凝土配合比设计

高强度混凝土、自密实混凝土、纤维混凝土等特殊混凝土配合比设计有独特特点。高强度混凝土需采用低水灰比、优质原材料和高效减水剂。自密实混凝土要保证高流动性、抗离析性和间隙通过性,对砂率、外加剂掺量等参数要求严格。纤维混凝土需考虑纤维种类、长

度、掺量对混凝土性能影响。特殊混凝土配合比设计要考虑更多特殊因素,确保满足特殊性能要求。

3 市政道路桥梁混凝土施工技术

3.1 路基与基础混凝土施工技术

市政道路桥梁路基与基础作为承载结构核心,施工需重点解决地基不均匀沉降问题。施工前须完成地基承载力检测,对软土地基应采用换填法、CFG桩复合地基等预处理技术,确保地基承载力达标后再进行混凝土浇筑。路基混凝土施工多采用分段跳仓工艺,分段长度宜为15-20m,跳仓间隔不少于7天,以释放早期收缩应力,防止贯通裂缝^[3]。桥梁基础施工中,钻孔灌注桩混凝土浇筑需采用导管法连续作业,导管理深控制在2-6m,防止断桩;浇筑前应检测孔底沉渣厚度,超过5cm时必须二次清孔。扩大基础混凝土浇筑前需做好基坑排水,避免带水作业;体积超过1000m³的大体积基础,应在混凝土内部布设冷却水管,通过循环水控制内外温差不超过25℃,并优先选用低热矿渣水泥以降低水化热峰值。

3.2 主体结构混凝土施工技术

桥梁墩柱与盖梁混凝土施工需重视垂直度与外观质量控制。墩柱施工宜采用定型钢模板,接缝处粘贴止水条防漏浆;浇筑时应分层下料、分层振捣,每层厚度不超过50cm,振捣棒插入下层混凝土10cm以保证结合密实。墩柱高度超过6m时,应采用串筒下料以减少混凝土离析。盖梁施工多采用支架法,支架搭设前需验算承载力,浇筑顺序宜从两端向中间推进,并在与墩柱结合处设置施工缝,缝面凿毛后铺设5cm厚同配比水泥砂浆衔接。道路面层与桥面混凝土施工直接影响通行质量。道路面层宜采用滑模摊铺机连续摊铺,速度控制在1-3m/min,振捣频率为50-70Hz,确保密实度;摊铺后应及时拉毛,纹理深度控制在1-2mm以增强抗滑性。桥面混凝土施工前需对梁板顶面凿毛并铺设钢筋网,浇筑采用三辊轴整平机压实,初凝后覆盖土工布洒水养护,期间严禁车辆通行。伸缩缝附近宜采用钢纤维混凝土,以提高抗裂与耐磨性能。

3.3 特殊工况混凝土施工技术

城市核心区施工常面临空间受限、交通压力大等问题,可采用模块化施工技术。小型桥梁构件可在预制厂浇筑成型,现场吊装拼接;预制构件混凝土强度达到设计100%后方可吊装,并应使用专用吊具保护棱角。交叉路口道路混凝土施工可采用半幅施工法,保留单侧通行,浇筑完成后设临时护栏,强度达70%以上再开放交通。季节性施工是质量控制重点:冬季施工时,混凝土拌合用水宜加热至50-60℃,骨料不得含冻块,浇筑后采用土工布与岩棉被覆盖保温,确保核心温度不低于5℃;夏季

施工应避免高温时段,运输途中覆盖遮阳布,浇筑后1小时内覆盖塑料薄膜防水蒸发;雨季施工需备好防雨棚,大雨时暂停浇筑,已浇部分及时覆盖保护。

3.4 施工缝与接缝处理技术

施工缝与接缝处理不当易成为质量隐患。道路施工缝应设于伸缩缝或路面变宽处,纵向采用企口形式,横向采用平缝加传力杆结构,传力杆为光圆钢筋、间距50cm,以保证受力均匀传递。桥梁施工缝宜设于受力较小截面(如梁跨1/4处),浇筑前应将旧混凝土面凿毛并清理干净,涂刷界面剂增强粘结。沉降缝与伸缩缝需专项处理:桥梁沉降缝采用橡胶止水带密封,安装时应保证其中心线与缝中线重合,避免扭曲;道路伸缩缝混凝土宜采用C40早强混凝土,浇筑后可采用蒸汽养护以加快强度发展,养护24小时后可开放交通。伸缩缝装置安装前应调整平整度,与路面高差控制在2mm内,确保行车平稳。

4 市政道路桥梁混凝土施工质量控制

4.1 施工质量控制的目标与原则

市政道路桥梁混凝土施工质量控制的总体目标多元且明确。强度达标是核心目标之一,确保混凝土结构能承受设计荷载,保障道路桥梁安全稳定运行。外观质量良好同样关键,平整、光滑、无缺陷的外观不仅提升工程美观度,还反映内在质量^[4]。质量控制遵循一定原则。预防为主是重要原则,提前识别可能影响质量的因素,采取措施加以防范,避免质量问题出现后再补救。全过程控制不可或缺,从原材料采购、配合比设计到施工过程,再到后期养护,每个环节都严格把控,保证质量始终处于受控状态。

4.2 施工过程质量控制要点

原材料质量控制是基础且关键的环节。进场检验要严格,对水泥、砂石、外加剂等原材料,检查质量证明文件,进行抽样检测,确保各项性能指标符合要求。储存管理也不容忽视,水泥要防潮,砂石要分类堆放且防止混入杂质。配合比控制直接影响混凝土质量。定期校准计量设备,保证原材料计量准确,使混凝土配合比符合设计要求。根据实际情况,如原材料性能变化、环境条件改变,及时调整配合比。施工工艺控制涵盖多个关键工序。搅拌时,控制好搅拌时间和投料顺序,保证混

凝土均匀性。浇筑过程要分层、分段进行,避免出现施工缝。振捣要密实,防止出现蜂窝麻面。养护环节,根据不同混凝土类型和环境条件,选择合适养护方法,控制好养护时间和温湿度。

4.3 质量检验与评定

混凝土质量检验项目多样。强度试验是重要项目,通过制作试件,在标准条件下养护后进行抗压强度检测,判断混凝土强度是否达标。坍落度检测用于评估混凝土工作性,确保满足施工要求。质量评定依据相关规范进行。根据检验结果,按照规范中规定的等级划分标准,对混凝土质量进行等级评定,为工程质量验收提供依据。

4.4 质量问题的预防与处理

常见混凝土质量问题成因复杂。裂缝可能因温度变化、收缩不均或基础不均匀沉降产生。蜂窝麻面多由振捣不密实、模板漏浆导致。强度不足可能是原材料质量差、配合比不合理或养护不当引起。预防措施从多方面入手。严格把控原材料质量,优化配合比设计,规范施工工艺操作,加强养护管理。质量问题出现后,针对不同情况采取相应处理措施。对于裂缝,根据裂缝宽度和深度,采用表面封闭、灌浆等方法处理。蜂窝麻面可进行修补和打磨。强度不足时,可采取加固等措施提升结构强度。

结束语

市政道路桥梁混凝土施工技术涵盖多方面内容,从原材料把控到配合比设计,再到施工过程及质量控制,每个环节紧密相连。通过严格遵循技术要求,加强各环节管理,可有效保障混凝土施工质量,提升道路桥梁整体性能,为城市交通稳定运行和居民安全出行提供坚实保障。

参考文献

- [1]赵虎.市政道路桥梁施工中现场施工技术运用分析[J].科技资讯,2025,23(12):117-119.
- [2]吴健.道路桥梁工程的混凝土施工技术要点分析[J].中华建设,2023,(01):101-103.
- [3]李来东,赵海洋.市政道路桥梁工程施工技术应用及质量控制策略分析[J].运输经理世界,2025(5):107-109.
- [4]郭昊.道路桥梁工程中沥青混凝土施工技术应用研究[J].运输经理世界,2025(2):76-78.