

混凝土施工技术在路桥施工中的应用

张 伟

青岛黄海学院, 山东 青岛 266555

摘 要: 研究围绕混凝土施工技术在路桥施工中的应用展开深入探讨, 系统阐述混凝土材料特性、配合比设计要点, 详细分析搅拌、运输、浇筑、振捣及养护等关键施工工艺, 同时针对路桥施工中常见问题提出优化策略, 旨在为提升路桥工程质量与耐久性提供理论与技术参考, 推动混凝土施工技术在路桥领域的科学应用与创新发展。

关键词: 混凝土施工技术; 路桥施工; 配合比设计; 施工工艺; 质量控制

0 引言

路桥工程作为交通基础设施的核心组成部分, 其施工质量直接影响交通运输的安全性与畅通性。混凝土凭借其高强度、良好耐久性、可塑性强以及成本相对较低等显著优势, 成为路桥施工中应用最为广泛的建筑材料之一。混凝土施工技术的优劣直接关系到路桥工程的结构强度、稳定性和使用寿命。随着交通事业的蓬勃发展, 对路桥工程质量与性能的要求日益提高, 深入研究混凝土施工技术在路桥施工中的应用, 不断优化施工工艺, 加强质量控制, 具有重要的现实意义和工程价值。

1 混凝土材料特性及配合比设计

1.1 混凝土材料特性

混凝土是由水泥、粗细骨料、水以及外加剂和掺合料等按一定比例配制, 经搅拌、成型、养护而形成的人造石材。其主要特性包括: 高强度, 能够承受较大的荷载, 满足路桥工程对结构强度的要求; 良好的耐久性, 在长期使用过程中, 可抵抗环境因素(如冻融循环、化学侵蚀等)的影响, 保证结构的稳定性; 可塑性强, 可根据工程设计要求, 通过模板浇筑成各种复杂形状; 成本相对较低, 原材料来源广泛, 能够在保证工程质量的前提下, 有效控制建设成本。然而, 混凝土也存在一些缺点, 如自重大、抗拉强度低、易开裂等, 这些问题需要在施工过程中通过合理的技术措施加以解决。

1.2 配合比设计要点

混凝土配合比设计是确保混凝土性能满足工程要求的关键环节。配合比设计需综合考虑强度等级、耐久性、工作性(流动性、粘聚性和保水性)等因素。首先, 根据路桥工程的结构类型和使用环境, 确定混凝土的设计强度等级, 这是保证结构承载能力的基础。其次, 考虑耐久性要求, 针对不同的环境条件(如海洋

环境、冻融环境等), 合理选择水泥品种、骨料质量和外加剂, 提高混凝土的抗渗性、抗冻性和抗侵蚀性。在工作性方面, 通过调整水灰比、砂率 and 外加剂用量, 使混凝土在搅拌、运输和浇筑过程中具有良好的流动性, 便于施工操作, 同时保证混凝土的粘聚性和保水性, 避免出现离析、泌水等现象。

配合比设计通常采用计算法或经验法进行初步设计, 然后通过试配、调整, 最终确定满足工程要求的配合比。在试配过程中, 需对混凝土的坍落度、扩展度、强度等性能指标进行测试和分析, 根据测试结果对配合比进行优化调整, 确保混凝土的各项性能指标达到设计要求。

2 混凝土关键施工工艺

2.1 混凝土搅拌

混凝土搅拌是将各种原材料均匀混合的过程, 搅拌质量直接影响混凝土的均匀性和工作性能。目前, 路桥施工中常用的搅拌设备有自落式搅拌机和强制式搅拌机。自落式搅拌机适用于搅拌塑性混凝土, 其工作原理是利用搅拌筒内叶片的旋转, 使物料在重力作用下不断下落、翻转, 实现均匀混合; 强制式搅拌机则适用于搅拌干硬性混凝土和轻骨料混凝土, 通过搅拌叶片的高速旋转, 对物料施加剪切、挤压和翻转等作用力, 使物料在短时间内达到均匀混合。

在搅拌过程中, 需严格控制搅拌时间、搅拌速度和原材料投放顺序。搅拌时间过短, 混凝土各组分混合不均匀, 影响混凝土的强度和工作性能; 搅拌时间过长, 则会导致混凝土坍落度损失过大, 影响施工性能。合理的搅拌速度能够保证混凝土搅拌的均匀性和效率。原材料投放顺序一般为先投入骨料, 再加入水泥和掺合料, 干拌均匀后, 最后加水 and 外加剂进行搅拌。通过优化搅拌工艺参数, 可提高混凝土

的搅拌质量,确保混凝土的性能稳定。

2.2 混凝土运输

混凝土运输的目的是在规定时间内将搅拌好的混凝土安全、均匀地运送到浇筑地点,并保证混凝土的工作性能满足浇筑要求。混凝土运输方式主要有搅拌运输车运输、泵送运输和吊斗运输等。搅拌运输车运输是路桥施工中最常用的运输方式,它能够在运输过程中对混凝土进行搅拌,防止混凝土发生离析和初凝,适用于长距离运输。泵送运输则具有高效、便捷的特点,可将混凝土直接输送到浇筑部位,适用于高层建筑和大体积混凝土浇筑^[1]。吊斗运输一般用于小型工程或地形复杂、机械设备难以到达的施工现场。

在混凝土运输过程中,需注意控制运输时间和运输过程中的颠簸。运输时间过长会导致混凝土坍落度损失过大,影响浇筑质量;运输过程中的剧烈颠簸可能使混凝土发生离析。因此,应根据运输距离、交通状况等因素合理选择运输方式和运输设备,并采取相应的措施减少混凝土坍落度损失,如在运输车内添加外加剂或采用保温、保湿措施。

2.3 混凝土浇筑

混凝土浇筑是将混凝土按照设计要求浇筑到模板内并成型的过程,是保证路桥结构尺寸和外观质量的关键环节。在浇筑前,需对模板、钢筋、预埋件等进行检查,确保其位置准确、安装牢固,模板表面清理干净并涂刷脱模剂。浇筑过程中,应控制浇筑速度和高度,避免混凝土产生离析。对于大体积混凝土浇筑,应采用分层分段浇筑方法,合理设置浇筑顺序和施工缝,防止混凝土内部产生过大的温度应力,导致裂缝产生。

在路桥工程中,不同部位的混凝土浇筑有不同的要求。例如,桥梁墩台混凝土浇筑应连续进行,避免出现冷缝;道路路面混凝土浇筑应注意平整度和高程控制,采用振捣梁、抹光机等设备进行表面处理,确保路面的平整度和耐磨性。同时,在浇筑过程中,要加强对混凝土的观察,及时处理出现的问题,如混凝土表面出现泌水,应及时排除,避免影响混凝土的强度和耐久性。

2.4 混凝土振捣

混凝土振捣的目的是排除混凝土内部的空气,使混凝土密实成型,提高混凝土的强度和耐久性。常用的振捣设备有插入式振捣棒、平板式振捣器和附着式振捣器等。插入式振捣棒适用于梁、柱、基础等构件的混凝土振捣,通过振捣棒的高频振动,使混凝土内部的骨料和水泥浆充分流动,填充空隙,排除空气;平板式振捣器主要用于路面、楼板等大面积混凝土

的振捣^[2];附着式振捣器则通过固定在模板上,使模板产生振动,将振动传递给混凝土,适用于薄壁构件和不易使用插入式振捣棒的部位。

振捣过程中,需掌握合适的振捣时间和振捣间距。振捣时间过短,混凝土振捣不密实,存在蜂窝、麻面等缺陷;振捣时间过长,则会导致混凝土产生分层离析,影响混凝土的均匀性。振捣间距应根据振捣器的作用半径和混凝土的流动性合理确定,确保混凝土各个部位都能得到充分振捣。此外,在振捣过程中,要避免振捣棒碰撞模板、钢筋和预埋件,防止其移位或损坏。

2.5 混凝土养护

混凝土养护是保证混凝土强度增长和耐久性的重要环节。养护的主要目的是为混凝土提供适宜的温度和湿度条件,使水泥充分水化,提高混凝土的强度和耐久性。养护方法主要有自然养护、蒸汽养护和养护剂养护等。自然养护是在混凝土浇筑完毕后,在其表面覆盖草帘、塑料薄膜等保温保湿材料,并定期浇水,保持混凝土表面湿润,适用于常温环境下的路桥工程。蒸汽养护则是通过通入蒸汽,提高混凝土的养护温度和湿度,加速水泥水化反应,缩短养护时间,适用于预制构件和冬季施工。养护剂养护是在混凝土表面喷涂养护剂,形成一层保护膜,防止水分蒸发,达到养护的目的,具有施工方便、节约水资源等优点。

养护时间应根据混凝土的强度增长情况和环境条件确定。一般来说,普通硅酸盐水泥拌制的混凝土,养护时间不得少于7天;对于有抗渗要求或掺用缓凝型外加剂的混凝土,养护时间不得少于14天。在养护过程中,要加强对混凝土养护情况的检查,确保养护措施有效实施,避免因养护不当导致混凝土出现裂缝、强度不足等质量问题。

3 路桥施工中混凝土常见问题及优化策略

3.1 混凝土裂缝问题

混凝土裂缝是路桥施工中最常见的质量问题之一,它不仅影响路桥的外观质量,还会降低结构的耐久性和承载能力。混凝土裂缝产生的原因主要有温度变化、收缩变形、地基不均匀沉降、荷载作用等。温度变化会导致混凝土内部产生温度应力,当温度应力超过混凝土的抗拉强度时,就会产生裂缝;混凝土在硬化过程中会发生收缩变形,若收缩受到约束,也会产生裂缝。

针对混凝土裂缝问题,可采取以下优化策略:在配合比设计方面,合理控制水灰比,掺加适量的外加剂和掺合料,降低混凝土的水化热和收缩率;在施工过程中,加强温度控制,

对大体积混凝土采取预埋冷却水管、覆盖保温材料等措施,降低混凝土内部温度^[3];优化浇筑工艺,分层分段浇筑,减少混凝土内部的温度应力;加强养护管理,及时对混凝土进行保湿养护,延缓混凝土的收缩。

3.2 混凝土强度不足问题

混凝土强度不足会严重影响路桥工程的结构安全和使用寿命。导致混凝土强度不足的原因主要有原材料质量不合格、配合比设计不合理、施工工艺不当和养护不规范等。原材料质量不合格,如水泥强度等级不足、骨料含泥量过大等,会直接影响混凝土的强度;配合比设计不合理,水灰比过大、砂率不当等,也会导致混凝土强度下降;施工过程中,搅拌不均匀、振捣不密实、养护时间不足等,同样会使混凝土强度无法达到设计要求。

为解决混凝土强度不足问题,原材料把控是源头基础,应对水泥标号、安定性,骨料级配、含泥量等关键指标严格检验,杜绝不合格材料入场,例如优先选用高强度等级水泥,控制粗骨料针片状颗粒含量低于15%,确保原材料性能达标。配合比优化是核心支撑,通过多组试配调整水灰比、砂率及外加剂掺量,平衡强度与工作性。如大体积混凝土可掺加粉煤灰降低水化热,同时通过正交试验确定最佳胶凝材料比例,使试块7天抗压强度达标率提升。施工工艺规范是实施关键,搅拌环节需控制时间不少于90秒,保证物料均匀;浇筑时分层厚度不超过500mm,振捣遵循“快插慢拔”原则,避免漏振或过振导致密实度不足;冬季施工需采取加热骨料、覆盖保温等措施,防止低温影响水泥水化。养护管理是强度保障,根据混凝土类型确定养护周期(普通混凝土 ≥ 7 天,抗渗混凝土 ≥ 14 天),采用喷淋、覆盖薄膜等方式保持表面湿润,夏季高温期每2小时补水一次,冬季则通过蒸汽养护将温度维持在 $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$,为强度增长创造适宜环境。

3.3 混凝土外观质量问题

混凝土外观质量问题主要包括蜂窝、麻面、孔洞、露筋等,这些问题会影响路桥的美观和耐久性。蜂窝、麻面主要是由于混凝土振捣不密实、模板表面不光滑或漏浆等原因造成的;孔洞是由于混凝土内部存在较大空隙,振捣不充分所致;露筋则是因为钢筋保护层厚度不足或振捣时碰撞钢筋,使钢筋移位。

为改善混凝土外观质量,施工前,模板处

理是基础。需确保模板表面平整光滑、拼接严密无缝隙,避免混凝土浇筑时漏浆;同时涂刷合格脱模剂,减少混凝土与模板的黏结力,防止拆模时造成表面拉毛、破损。浇筑过程中,严格把控两大核心参数:一是混凝土坍落度,需符合设计要求以保证流动性均匀,避免因坍落度过大或过小导致离析或振捣不密^[4];二是振捣时间与力度,遵循“快插慢拔”原则,避免过振导致骨料下沉、砂浆上浮,或漏振形成蜂窝麻面,确保混凝土密实且气泡充分排出。浇筑前后衔接环节,需加强钢筋保护层控制,采用高强度垫块精准定位钢筋,防止振捣时钢筋移位造成露筋;浇筑完毕后,及时用抹刀进行表面收光修整,对已出现的蜂窝、麻面等缺陷,需在混凝土终凝前用同配比砂浆修补压实,确保外观平整光洁,从工艺细节上提升混凝土结构的表观质量。

4 结论

混凝土施工技术在路桥施工中占据着至关重要的地位,其应用涉及材料特性、配合比设计、搅拌、运输、浇筑、振捣和养护等多个环节。通过合理选择混凝土材料,优化配合比设计,规范关键施工工艺,针对常见问题采取有效的优化策略,能够显著提高混凝土的施工质量,增强路桥工程的结构强度、稳定性和耐久性。随着交通工程建设的不断发展和技术的持续进步,混凝土施工技术也将不断创新和完善,为路桥工程的高质量建设提供更有力的技术支撑。未来,应进一步加强对混凝土施工技术的研究,探索新型材料和工艺在路桥施工中的应用,推动路桥工程建设向更加绿色、高效、优质的方向发展。

参考文献:

- [1] 文丽娟. 混凝土施工技术在市政路桥施工中的运用解析[J]. 科技资讯, 2023, 21(20): 126-129.
- [2] 胡天艺. 市政路桥施工特征及施工技术控制路径研究[J]. 工程建设与设计, 2023, (14): 139-141.
- [3] 赵锐. 市政路桥施工技术与质量控制[J]. 城市建筑空间, 2022, 29(S2): 567-568.
- [4] 程玉林. 路桥施工中常见的质量问题和优化措施[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2022, (24): 97-99.