

混凝土原材料质量对桥梁耐久性的影响

范翠连

中交一公局第五工程有限公司

DOI:10.12238/pe.v3i2.12461

[摘要] 为确保桥梁具备持久耐用性,本研究深入探讨混凝土原材料质量与桥梁耐久性能之间的内在联系。详细阐述了混凝土原材料成分复杂、性能关联及质量变异等特性,着重强调质量控制在保障桥梁结构安全、延长使用寿命、降低维护成本、增进社会福祉以及推动交通运输业发展方面的关键作用。针对当前原材料质量波动等问题,提出严格管控原材料进场质量等策略,旨在揭示影响机制,为提升桥梁耐久性提供理论和实践指导。

[关键词] 混凝土原材料; 桥梁耐久性; 质量控制; 影响分析

中图分类号: TV331 文献标识码: A

The influence of concrete raw material quality on bridge durability

Cuilian Fan

China Communications Construction First Highway Engineering Co., Ltd.

[Abstract] In order to ensure the durability of the bridge, this study deeply explores the internal connection between the quality of concrete raw materials and the durability of the bridge. This paper expounds the characteristics of complex composition of concrete raw materials, performance correlation and quality variation of concrete, emphasizing the key role of quality control in ensuring the safety of bridge structure, prolonging the service life, reducing maintenance costs, improving social well-being and promoting the development of transportation industry. In view of the current problems of raw material quality fluctuation and other problems, the strategies of strictly controlling the incoming quality of raw materials are put forward, aiming to reveal the influence mechanism and provide theoretical and practical guidance for improving the durability of Bridges.

[Key words] concrete raw materials; bridge durability; quality control; impact analysis

引言

桥梁作为交通基础设施的核心部分,其耐久性直接关乎交通运输的安全与效率。混凝土作为桥梁建设的关键材料,其性能优劣取决于原材料的质量控制水平。在复杂的自然环境和交通荷载作用下,桥梁必须具备卓越的耐久性,才能经受长期使用的考验。研究混凝土原材料质量对桥梁耐久性的影响,能够为桥梁的规划、建设和日常管理提供科学依据,有助于提高桥梁整体质量,降低全生命周期运营成本,推动交通运输领域的持续发展。

1 混凝土原材料质量特点

1.1 成分复杂性

混凝土主要由水泥、粗细骨料、外加剂和掺合料组成。水泥作为关键胶凝材料,其中普通硅酸盐水泥因适用性广、早期强度增长快,适用于各类建筑工程;矿渣硅酸盐水泥则凭借优良的抗侵蚀性能,在水利、海港等工程中备受青睐。骨料来源多样,河砂颗粒圆润,能有效改善混凝土工作性能;机制砂作为

天然砂的补充,其颗粒形状不规则,可能对混凝土和易性产生负面影响。外加剂包括减水剂、早强剂、缓凝剂等,功能各异。掺合料中,粉煤灰可提高混凝土流动性,矿粉有助于增强混凝土致密度和后期强度。这些原材料性质多样,相互作用形成复杂体系。

1.2 性能关联性

水泥、骨料、外加剂和掺合料的特性对混凝土整体性能影响深远。高标号水泥活性成分多,利于混凝土早期强度快速增长,但凝固时间异常会阻碍施工进度。高强度骨料能提升混凝土承载能力,合理级配可增强耐久性,然而骨料吸水率过高则会削弱整体强度。适量添加外加剂,如减水剂,可提高材料强度和耐久性,过量使用却可能导致混凝土假凝。外加剂的合理掺量能优化混凝土性能、减少水化热释放,过量则会降低早期强度。这些原材料性能相互关联又相互制约,任何一种原材料性能变化都会引发混凝土整体性能的连锁反应^[1]。

1.3 质量变异性

混凝土原材料质量存在显著变异性, 这源于其广泛的来源和多样的生产过程。不同产地的水泥, 因矿石种类和烧制工艺差异, 矿物组成和化学成分波动明显。小型水泥厂的产品在强度等级和凝结时间方面稳定性较差。骨料受开采地点、加工工艺和矿山地质条件影响, 各项指标波动较大。人工或机械化加工过程中管理不善, 会导致产品质量不稳定。外加剂和掺合料生产时, 原材料质量波动和工艺控制不佳, 会使产品质量参差不齐, 尤其是外加剂有效成分含量不稳定, 影响混凝土性能和工程质量。

2 把控混凝土原材料质量对桥梁耐久性的必要性

2.1 保障桥梁结构安全

在桥梁的全生命周期中, 结构安全是重中之重, 高品质的混凝土原材料是构建稳固桥梁的基础。优质水泥与合理级配的骨料配合, 能使硬化后的混凝土结构致密, 具备足够强度抵御车辆、风力、地震等外部荷载, 同时其耐久性可有效抵抗雨水、温度变化等环境因素侵蚀。原材料质量不佳, 混凝土易产生裂纹, 随着时间推移和荷载作用, 裂纹会不断扩展, 增加桥梁局部损坏甚至整体垮塌的风险。优质原材料能有效预防此类病害, 确保桥梁在设计寿命内安全运行, 保障民众生命财产安全^[2]。

2.2 延长桥梁使用寿命

桥梁长期暴露在自然环境中, 面临雨水渗透、低温冻融循环和化学物质侵蚀等多重考验。优质原材料对提高混凝土的抗渗性、抗冻性和抗化学腐蚀性至关重要。高品质混凝土内部结构紧密, 防护性能卓越, 能有效阻挡水分和有害化学物质渗透。水分难以渗入, 可防止混凝土因水结冰膨胀而遭受冻融破坏, 同时增强其抗化学腐蚀能力, 抵御酸雨、海水等侵蚀。以跨海大桥为例, 在海洋环境下, 使用符合标准的混凝土原材料, 可显著延长桥梁使用寿命, 减少人力、物力和财力投入。

2.3 降低桥梁维护成本

采用优质原材料是实现长期经济效益的明智选择。在桥梁运营阶段, 维护和修复成本高昂。抗渗性能优异的混凝土能起到天然防护作用, 有效阻止水分和有害物质渗透, 大幅降低钢筋锈蚀风险。钢筋锈蚀膨胀会导致混凝土开裂剥落, 产生大量维修需求。使用高质量原材料配制的混凝土能显著减少此类问题。早期部分桥梁因原材料质量控制不严格, 钢筋锈蚀严重, 每年需投入巨额资金维修; 而新建桥梁采用高质量原材料, 有效降低了维护成本。

3 混凝土原材料质量影响桥梁耐久性的现存问题

3.1 原材料质量不稳定

在激烈的市场竞争环境下, 部分原材料制造商为追求经济效益, 可能采用低质量原料或违规生产技术。例如, 部分小型水泥厂因设备老化、技术落后, 在煅烧过程中无法精准控制温度和时间, 导致生产的水泥强度波动大, 甚至安定性不达标。在骨料生产领域, 一些采石厂重产量轻质量, 致使骨料泥分含量过高, 粒度分级不合理。这些不合格骨料会削弱水泥与骨料之间的粘结力, 降低混凝土强度和耐久性, 给桥梁建设带来严重安全隐患^[3]。

3.2 检测手段落后

当前, 部分检测机构和施工企业在原材料检测环节存在明显不足。检测设备老化, 长期未更新升级, 无法满足高精度检测需求。一些机构仍采用传统手工筛选方法评估骨料粒度分布, 该方法不仅效率低, 精度也较差, 实际测试误差远超行业允许范围。对于新型外加剂和掺合料, 检测技术和标准存在空白, 检测人员难以准确评估其性能。以新型高效减水剂为例, 由于缺乏专业检测设备和技术手段, 无法精确测定其减水率、含气量等关键参数, 导致在混凝土生产中无法合理使用, 影响混凝土质量。

3.3 质量控制体系不完善

部分施工企业质量管理存在严重缺陷, 质量控制体系不健全。缺乏严格的原材料进场检验机制, 使得部分质量不合格的原材料流入施工现场。在运输过程中保护措施不到位。而储存环节当中, 水泥露天存放易受潮结块或因存放时间过长导致强度降低, 骨料露天堆放混入大量杂质, 影响质量。此外, 缺乏有效的质量追溯体系, 出现质量问题时难以溯源。

3.4 从业人员质量意识淡薄

部分施工单位人员和管理者对原材料质量的重要性认识不足, 在实际施工中未严格执行现行规范。混凝土拌制过程中, 随意调整外加剂用量, 仅考虑当前施工需求, 忽视对混凝土凝结时间、力学性能和耐久性的影响。在混凝土配合比设计和试配时, 不遵循现行标准规范, 仅凭个人经验决策, 导致混凝土配合比不合理。

4 提升混凝土原材料质量, 保障桥梁耐久性的策略

4.1 严格把控原材料供应源头

施工企业在获取原材料的过程中, 必须采取极为严谨且全面的策略, 以此确保工程质量的根基稳固。从技术层面而言, 原材料选择的起始阶段, 就应当构建起一套严格的筛选机制。首先需要将目光聚焦于行业内那些声誉卓越、产品质量优且始终保持稳定的名录供应商。因为这些供应商凭借自身多年积累的丰富经验、先进的生产工艺以及完善的质量管控体系, 能够为施工企业提供坚实的原材料供应保障。与这类供应商建立起长期稳定的合作关系, 不但能够确保原材料供应在时间维度上的连续性, 从而有效地避免因供应中断而导致的工程延误风险, 而且还能在价格谈判、技术支持以及特殊需求满足等方面获得诸多的优势, 可在极大程度上提升施工企业的运营效率与成本效益。

对于质量把控的具体措施来说, 应要求供应商每一批次原材料均提供详尽且权威的质量检验报告和合格证书, 此类内容是对原材料质量进行初步判定的关键依据。其中质量检验报告应涵盖原材料的各项关键技术指标, 务必要保证相关数据统统符合国家现行的相关标准以及工程项目所设定的具体质量要求。合格证书则是供应商对于产品质量作出的书面承诺, 具备该证书就表明该批次原材料在生产过程中遵循了既定的质量规范, 且通过了内部严格的质量检测流程。

4.2 完善原材料检测技术

在确保原材料质量的诸多环节之中,检测技术无疑占据着关键的地位,它可为施工企业筛选出合格的原材料,进而保障工程项目的整体质量。为此建设单位应当深刻地认识到检测技术对于工程品质的决定性影响,并果断加大检测设备方面的资金投入,积极主动地从国内外引进先进的检测技术和精良设备。

以骨料颗粒级配的检测为例,当前激光粒度分析仪凭借其基于激光散射原理的先进技术,能够实现对骨料颗粒级配的精确测定。原理为:当激光束照射到骨料颗粒上时,颗粒便会使激光发生散射,而散射光的角度与颗粒的大小是密切相关的。激光粒度分析仪通过精确测量不同角度的散射光强度,再运用复杂而精准的算法进行数据处理,尽可能将骨料颗粒按照不同的粒径范围进行详细的分类统计,最终便可得出准确的颗粒级配数据。因为合适的骨料颗粒级配能够确保混凝土具有良好的和易性、强度以及耐久性,所以这一数据对于判断骨料是否符合工程规范要求至关重要。

为了能够进一步提升检测工作的科学性与规范性,建设单位必须致力于建立一套完善的标准化检测体系。尤其是面对新型原材料和添加剂不断涌现的市场环境,更要根据它们独特的物理化学特性,为其制定专门的检测方法和严格的质量标准。例如,对于近年来被广泛应用于建筑节能领域的新型保温材料而言,其热工性能、防火性能以及耐候性能等方面的检测方法,与传统材料相比存在着显著的差异。针对于这类材料,建设单位就需要组织行业内的专家、技术骨干以及相关科研机构共同开展相关的研究,来确定适用于这类新型保温材料的检测指标、检测设备以及检测流程。

4.3健全质量控制体系

施工单位应建立全方位质量管理体系,对原材料从进场到使用全过程进行严格监督。制定严格的原材料进场检测制度,每批原材料均按规定取样检测,合格后方可入场。存储管理规范,根据原材料特性分类存放,确保水泥防潮、外加剂防变质。明确

使用流程,防止误用和不当使用。利用信息化手段构建质量追溯体系,记录原材料采购、运输、仓储和使用全过程信息,便于质量问题溯源。确保施工符合现行标准和规范。

4.4加强从业人员培训

定期组织相关施工人员和管理人员参加原材料质量检测专业培训。培训内容涵盖原材料性能,深入讲解各类水泥特性和骨料功能;介绍检测技术和检测方法,包括检测仪器操作和结果分析;强调质量控制策略,详细说明原材料存放要点;提供施工指南,确保施工符合标准要求。培训采用理论授课、现场演示和案例分析相结合的方式,并通过笔试、实际操作考核等方式,让员工掌握相关知识和技能,增强质量意识和专业能力。

5 结语

混凝土原材料质量是影响桥梁耐久性的核心因素。深入了解混凝土原材料特性,确保其质量,对保障桥梁耐久性至关重要。面对当前存在的问题,需采取严格采购流程,把好材料供应源头关、完善检测技术、健全管理体系等精准措施,提高混凝土原材料质量标准,保障桥梁耐久性。在未来桥梁工程建设和养护中,应持续关注原材料质量管控,不断优化质量监控策略,推动桥梁技术进步,确保桥梁长期安全稳定运行,为交通领域持续发展奠定坚实基础。

[参考文献]

- [1]杨林.公路桥梁耐久性设计与维护策略研究[J].汽车周刊,2025,(02):41-43.
- [2]向永贵.公路混凝土桥梁耐久性影响因素及提高措施研究[J].四川水泥,2024,(11):163-164+174.
- [3]孙维珍,陈晓春,殷丹.预应力混凝土桥梁施工质量对耐久性的影响探究[J].大众标准化,2024,(17):22-24.

作者简介:

范翠莲(1975--),女,汉族,山东省菏泽市人,本科,职称,高级工程师,从事交通建设工程。