

水泥混凝土耐久性影响因素及提升策略

王一帆

北京市政路桥锐诚科技有限公司 北京 100000

摘要: 水泥混凝土耐久性受多种因素影响,包括外部环境(如湿度、雨水、温度、化学物质)、内部因素(如水泥组成、骨料质量)、施工条件(如配合比、振捣、养护)等。提升策略包括选用适当组成的水泥、优化配合比、加强施工管理、采用外加剂、表面处理及注重养护等。综合应用这些策略,可有效提高水泥混凝土的耐久性。

关键词: 水泥混凝土;耐久性影响因素;提升策略

引言:水泥混凝土作为现代建筑的基础材料,其耐久性直接关系到工程结构的安全和持久使用。随着工程技术的不断发展,对混凝土耐久性的要求日益提高。本文旨在探讨水泥混凝土耐久性的影响因素,并提出相应的提升策略,以期为工程实践提供理论指导和技术支持,保障工程结构的安全稳定,延长使用寿命,推动水泥混凝土技术的持续进步。

1 水泥混凝土耐久性的定义与评价标准

1.1 混凝土耐久性的概念

混凝土的耐久性是指混凝土在实际使用条件下,抵抗各种破坏因素的作用,长期保持其强度和外观完整性的能力。这种能力确保混凝土结构在规定年限内不需要额外的加固处理,就能保证安全、正常的使用,并保持良好的外观。耐久性体现了混凝土在长期使用过程中保持其性能稳定和完好的特性。

1.2 耐久性的主要评价指标

混凝土耐久性的评价主要通过多个关键指标来进行,包括但不限于:(1)抗渗性。指的是混凝土抵抗水分和气体渗透的能力。根据标准试件28天龄期试验所能承受的最大水压,可将混凝土的抗渗性分为不同的等级,如P4、P6、P8等,不低于P6的混凝土被认为是抗渗混凝土。(2)抗冻性。指混凝土在饱和水状态下,能经受多次冻融循环而不破坏,同时不显著降低其强度的能力。混凝土的密实度和孔隙构造特征是影响其抗冻性的重要因素。(3)抗侵蚀性。即混凝土抵抗化学侵蚀的能力,如抵抗硫酸盐侵蚀、氯离子侵蚀等。这主要与混凝土的密实度、水泥品种、混凝土内部孔隙特征等因素有关。(4)抗碳化能力。环境中的二氧化碳与混凝土内水泥石中的氢氧化钙发生反应,导致混凝土碱度降低,对钢筋的保护作用减弱。抗碳化能力是衡量混凝土耐久性的一个重要指标^[1]。

1.3 国内外关于混凝土耐久性研究的现状

近年来,国内外学者对混凝土耐久性的研究日益深入。国外方面,美国、英国等发达国家早在上世纪就开始关注混凝土在氯离子侵蚀、硫酸盐侵蚀等环境下的耐久性问题,并制定了相应的耐久性设计规范。国内方面,随着基础设施建设的快速发展,对混凝土耐久性的研究也取得了显著进展。科研单位和高校在混凝土耐久性的机理、影响因素、提升策略等方面进行了大量研究,取得了一系列研究成果。然而,随着环境条件的不断变化和工程需求的不断提高,对混凝土耐久性的研究仍需持续深入,以更好地服务于工程实践。

2 水泥混凝土耐久性的影响因素

2.1 原材料因素

(1)水泥品种与性能。水泥是混凝土的主要胶凝材料,其品种和性能对混凝土的耐久性有着直接影响。硅酸盐水泥因其硬化速度快、强度高而广泛应用,但其耐久性在不同环境下差异较大。矿渣硅酸盐水泥则具有较好的耐热性和抗硫酸盐侵蚀性能,适用于特定环境。因此,选择适合工程需求和环境条件的水泥品种是提高耐久性的关键。(2)骨料的质量。骨料占混凝土体积的大部分,其质量直接影响混凝土的力学性能和耐久性。良好的级配能够优化混凝土的空隙结构,提高密实度和抗渗性能。高强度、低孔隙率和低含泥量的骨料能够增强混凝土的强度和耐久性。因此,在骨料的选择上应注重品质,避免使用含有大量杂质或软弱颗粒的骨料。(3)拌合水的质量。拌合水的质量对混凝土的耐久性也有重要影响。使用清洁、无污染的水作为拌合水,可以避免有害物质对混凝土的侵蚀。同时,水的pH值和化学成分也会影响水泥的水化过程和混凝土的硬化性能。因此,在选择拌合水时,应确保其符合相关标准^[2]。(4)外加剂和矿物掺合料的使用。外加剂和矿物掺合料的使用能够显著改善混凝土的耐久性。例如,引气剂能够增加混凝土的含气量,提高抗冻性能;减水剂能够降低水灰

比,提高混凝土的密实度和强度;粉煤灰等矿物掺合料则能够改善混凝土的微观结构,提高抗化学侵蚀能力。

2.2 配合比设计

(1)水灰比的影响。水灰比是决定混凝土性能的关键因素之一。过高的水灰比会导致混凝土孔隙率增大,密实性降低,从而降低其强度和耐久性。因此,在配合比设计中,应严格控制水灰比,确保混凝土的密实性和耐久性。(2)最小水泥用量的确定。水泥用量直接影响混凝土的强度和耐久性。在配合比设计中,应确定一个合理的最小水泥用量,以确保混凝土的强度和耐久性满足设计要求。但水泥用量过高也会增加成本,并可能带来其他问题,如收缩变形增大等。(3)配合比优化对耐久性的贡献。通过优化配合比设计,可以显著提高混凝土的耐久性。例如,通过添加高性能外加剂和矿物掺合料,可以进一步提高混凝土的密实性和耐久性;通过调整骨料的级配和比例,可以改善混凝土的微观结构,提高其抗渗性和抗侵蚀性。

2.3 施工因素

(1)搅拌、浇筑、振捣和养护等施工工艺对耐久性的影响。施工工艺对混凝土的耐久性有着重要影响。搅拌不均匀会导致混凝土性能不稳定;浇筑过程中振捣不密实会形成空洞和缺陷;养护不当会导致混凝土表面开裂和强度降低。因此,在施工过程中,应严格控制搅拌、浇筑、振捣和养护等工艺环节,确保混凝土的耐久性和使用寿命。(2)施工质量控制的重要性。施工质量控制是保证混凝土耐久性的关键环节。在施工过程中,应对原材料进行严格把关,确保质量符合标准;对配合比进行精确控制,确保混凝土的性能满足设计要求;对施工工艺进行精细操作,确保施工质量符合规范;同时,还应应对成品进行严格检测和验收,确保混凝土的质量和耐久性。

2.4 环境因素

(1)温度、湿度、化学物质侵蚀、冻融循环等自然环境因素。自然环境因素对混凝土的耐久性有着重要影响。高温会导致混凝土内部应力增大,加速老化;湿度变化会引起混凝土的干湿循环,导致内部微裂缝的发展;化学物质侵蚀会破坏混凝土的结构和性能;冻融循环会导致混凝土内部产生冰晶膨胀力,引发裂缝和剥落。因此,在设计和使用时,应充分考虑这些因素对耐久性的影响,并采取相应的防护措施。(2)工程所处特定环境对耐久性的特殊要求。除了自然环境因素外,工程所处的特定环境也会对混凝土的耐久性提出特殊要求。例如,在工厂区等工业环境中,混凝土可能

遭受酸雨、化学腐蚀等严重侵蚀;在沿海地区等盐雾环境中,混凝土需要更强的抗氯离子渗透能力和抗冲刷能力。因此,在设计和使用时,应根据工程所处环境的特殊要求,选择相应的材料和工艺措施,确保混凝土的耐久性和使用寿命。

3 提升水泥混凝土耐久性的策略

3.1 原材料的优化选择

(1)选用品质稳定、强度等级适宜的水泥。水泥是混凝土的主要胶凝材料,其品质稳定性与强度等级直接影响混凝土的耐久性。选择品质稳定的水泥,确保水泥中的化学成分稳定、水化热适中,避免由于水泥品质波动导致的混凝土性能不稳定。同时,根据工程需求选择合适的强度等级水泥,避免强度等级过高导致成本增加或强度等级过低影响结构安全。(2)严格筛选骨料,确保级配良好、质地坚硬、含泥量低。骨料是混凝土的骨架,其质量对混凝土的耐久性至关重要。严格筛选骨料,确保骨料级配良好,满足设计要求的空隙率,以提高混凝土的密实性和强度。同时,选择质地坚硬的骨料,避免骨料在混凝土中破碎,影响混凝土的耐久性。此外,严格控制骨料的含泥量,避免泥质成分对混凝土性能的负面影响。(3)选择符合标准的拌合水和外加剂。拌合水是混凝土的重要组成部分,其质量直接影响混凝土的硬化过程和最终性能。选择清洁、符合标准的拌合水,避免有害物质对混凝土造成损害。同时,合理使用外加剂,如减水剂、引气剂、缓凝剂等,以改善混凝土的工作性能、提高密实度和耐久性。确保外加剂与水泥、骨料等原材料的相容性,避免化学反应导致混凝土性能下降。

3.2 配合比设计的改进

(1)通过试验确定最佳水灰比。水灰比是决定混凝土性能的关键因素之一。通过试验确定最佳水灰比,确保混凝土在硬化过程中形成足够的强度,同时避免孔隙率过高导致的耐久性下降。在实际工程中,应根据工程需求、原材料特性以及环境条件等因素综合考虑,确定合理的水灰比范围。(2)合理使用矿物掺合料,提高混凝土的密实度和耐久性。矿物掺合料如粉煤灰、矿渣粉、硅灰等,可以与水泥水化产物反应,生成更稳定的水化产物,提高混凝土的密实度和耐久性。合理使用矿物掺合料,可以降低混凝土的水化热、减少收缩变形、提高抗化学侵蚀能力。同时,矿物掺合料的使用还可以降低生产成本,实现资源的有效利用^[3]。(3)根据工程要求调整水泥用量,避免过多或过少。水泥用量直接影响混凝土的强度和耐久性。在配合比设计中,应根据工程要

求、原材料特性以及环境条件等因素综合考虑, 确定合理的水泥用量。避免水泥用量过多导致成本增加、收缩变形增大或水泥用量过少导致强度不足、耐久性下降。

3.3 施工工艺的提升

(1) 加强施工过程中的质量控制, 确保搅拌均匀、振捣密实、养护及时。施工过程中的质量控制对混凝土的耐久性具有重要影响。加强原材料检测、配合比控制以及施工过程监控, 确保混凝土的搅拌均匀、振捣密实。同时, 根据混凝土的性能特点和工程需求制定合理的养护方案, 确保混凝土在硬化过程中形成足够的强度。(2) 采用先进的施工技术, 如高性能混凝土施工技术。高性能混凝土具有高强度、高耐久性、高工作性能等特点, 能够满足复杂工程需求。采用高性能混凝土施工技术, 如自密实混凝土、泵送混凝土等, 可以进一步提高混凝土的耐久性和施工效率。同时, 高性能混凝土的使用还可以降低生产成本、减少环境污染。

3.4 防护措施的应用

(1) 在混凝土表面涂覆防护涂层, 阻止有害物质的侵入。在混凝土表面涂覆防护涂层, 可以形成一层致密的保护膜, 阻止水分、氧气等有害物质侵入混凝土内部, 减缓混凝土的化学侵蚀和物理磨损。选择适合的防护涂层材料, 确保其与混凝土基材的相容性和粘结力, 避免涂层脱落导致防护效果下降。(2) 在混凝土中添加钢筋阻锈剂, 减缓钢筋锈蚀速度。钢筋锈蚀是混凝土结构耐久性下降的主要原因之一。在混凝土中添加钢筋阻锈剂, 可以形成一层保护膜覆盖在钢筋表面, 阻止氯离子等有害物质的侵入, 减缓钢筋的锈蚀速度。同时, 钢筋阻锈剂的使用还可以提高混凝土的抗氯离子渗透能力, 进一步增强结构的耐久性^[4]。(3) 对处于腐蚀性环境中的钢筋混凝土结构, 采用阴极保护技术。在腐蚀性环境中, 钢筋混凝土结构往往面临严重的耐久性问题。阴极保护技术是一种有效的防护措施, 通过在钢筋上施加负电位, 使其成为阴极, 从而减缓或阻止钢筋的腐蚀过程。这种技术特别适用于海洋环境、工业废液排放区等腐蚀性较强的场所。实施阴极保护技术时, 需要精确测量结构的电位分布, 合理确定保护电流密度, 并定期检查和维护保护系统, 确保其长期有效。

3.5 结构设计与使用阶段的考虑

(1) 在结构设计中考虑耐久性要求, 进行科学合理的结构设计。结构设计是确保混凝土结构耐久性的基础。在设计过程中, 应充分考虑结构的耐久性要求, 包括选择合适的结构形式、截面尺寸、配筋方案等。同时, 还应关注结构的细节设计, 如裂缝控制、排水措施、防腐处理等, 以确保结构在长期使用过程中能够保持良好的性能。此外, 还应充分考虑环境因素对结构耐久性的影响, 如温度、湿度、化学侵蚀等, 并采取相应的措施进行防护。(2) 在使用阶段, 定期对混凝土结构进行检测, 及时发现和处理劣化问题。即使在设计阶段充分考虑了耐久性要求, 混凝土结构在使用过程中仍然可能受到各种因素的影响而出现劣化现象。因此, 在使用阶段定期对混凝土结构进行检测是至关重要的。通过检测可以及时发现和处理裂缝、剥落、腐蚀等劣化问题, 防止问题进一步恶化。同时, 还可以根据检测结果对结构进行必要的维修和加固工作, 以延长其使用寿命并确保其安全性。在检测过程中应采用先进的检测技术和手段, 如无损检测、应力测试等, 以提高检测的准确性和效率。

结束语

综上所述, 水泥混凝土耐久性受多重因素影响, 需从原材料选择、配合比设计、施工工艺、环境保护及结构设计等多方面综合考虑。通过科学管理和技术创新, 实施有效的提升策略, 可以显著提升混凝土的耐久性。未来, 随着材料科学和工程技术的进步, 水泥混凝土耐久性的研究将更加深入, 为构建更安全、更耐久的基础设施提供坚实保障。

参考文献

- [1]郝旺,杨银亮.影响水工混凝土耐久性的因素及防治措施综述[J].江西建材,2022,(12):181-182.
- [2]李海燕,邓曼丽.不同因素影响下的水泥混凝土路面抗滑耐久性探究[J].中国公路,2024,(10):109-110.
- [3]张力川.添加剂对水泥混凝土耐久性能的改善机理研究[J].科技资讯,2024,(07):59-60.
- [4]李云.水泥混凝土耐久性及其防护材料研究与应用[J].散装水泥,2024,(09):72-73.