

钢纤维混凝土施工技术在路桥工程中的应用探究

黄 园

江苏安达工程管理有限公司, 江苏 淮安 223001

[摘要]钢纤维混凝土属于高性能混凝土的一种重要构成形式, 凭借其出色的力学性能以及耐久性, 在路桥工程建设方面呈现出十分广阔的应用前景。文中着重围绕钢纤维混凝土的性能特点、施工技术以及其在路桥工程当中的应用实践来展开分析, 尤其着重对其在桥面铺装、结构加固、桩基础增强还有边坡与隧道衬砌等方面的应用价值展开探讨, 并且结合施工工艺、配合比设计以及质量控制措施给出优化策略。研究显示, 钢纤维混凝土不但可大幅提升结构的抗弯抗拉能力以及耐久性, 而且能够延长路桥的使用寿命, 给路桥工程施工给予可靠的技术保障, 同时还拥有不错的可持续发展潜力, 可为钢纤维混凝土在实际路桥工程里的推广应用给予理论方面的参考以及技术层面的指导。

[关键词]钢纤维混凝土; 施工技术; 路桥工程

DOI: 10.33142/ect.v3i9.17855

中图分类号: TU5

文献标识码: A

Exploration on the Application of Steel Fiber Reinforced Concrete Construction Technology in Road and Bridge Engineering

HUANG Yuan

Jiangsu Anda Engineering Management Co., Ltd., Huai'an, Jiangsu, 223001, China

Abstract: Steel fiber reinforced concrete is an important component of high-performance concrete, and with its excellent mechanical properties and durability, it presents a very broad application prospect in road and bridge engineering construction. The article focuses on analyzing the performance characteristics, construction techniques, and application practices of steel fiber reinforced concrete in road and bridge engineering, with a particular emphasis on exploring its application value in bridge deck paving, structural reinforcement, pile foundation strengthening, slope and tunnel lining, and providing optimization strategies based on construction technology, mix design, and quality control measures. Research shows that steel fiber reinforced concrete can not only significantly improve the bending and tensile strength as well as durability of structures, but also extend the service life of roads and bridges, providing reliable technical support for road and bridge construction. At the same time, it also has good potential for sustainable development, which can provide theoretical reference and technical guidance for the promotion and application of steel fiber reinforced concrete in practical road and bridge engineering.

Keywords: steel fiber reinforced concrete; construction technology; road and bridge engineering

引言

随着道路交通以及城市基础设施建设不断发展, 传统混凝土在承载性能、抗裂能力还有耐久性等方面所存在的局限慢慢显露出来, 在像桥梁、隧道以及高速公路这类高强度工程结构当中, 出现裂缝、剥落以及耐久性不够等问题的几率更大。钢纤维混凝土因为往普通混凝土里掺入了高强度钢纤维, 所以其抗裂性、韧性以及耐磨性都得到了明显改善, 让它在复杂的路桥环境下能够展现出更高的可靠性与持久性。本文依据现有的研究以及工程情况, 从材料性能、施工工艺以及应用实例等多个方面来对钢纤维混凝土在路桥工程里的技术特点展开系统分析, 希望能够给施工设计和管理给予具有可操作性的参考, 并且还提出了施工技术优化以及可持续发展的策略, 以此为相关工程实践提供理论方面的支撑。

1 钢纤维混凝土的性能与优势

1.1 力学性能特点

钢纤维混凝土属于混凝土的一种, 它的力学性能比普

通混凝土要好很多。它最突出的特点是, 在制作的时候往混凝土里面加入了一些钢纤维, 这些钢纤维均匀地分布在混凝土里, 形成了一个像网一样的结构, 这个网能大幅度提高混凝土的抗裂能力、韧性以及承载能力。跟普通的混凝土相比, 钢纤维混凝土在受到压力、拉力或者弯曲力的作用的时候, 它的应力分布会更加均匀, 而且破坏的时候延展性也会更高。在实际的工程建设当中, 往混凝土里加钢纤维, 一方面能让混凝土更好地控制裂缝, 另一方面还能让结构在动态载荷和疲劳作用下性能更加稳定。有研究发现, 当钢纤维的掺量在 0.5%~2% 之间的时候, 混凝土的抗拉强度和弯拉强度都会有明显的提升, 这样就能让路桥结构在长期承受荷载的时候, 保持比较高的完整性和可靠性。钢纤维在混凝土里的分布情况以及排列的方向, 对混凝土的力学性能有着非常重要的影响。通过采用科学合理的搅拌和浇筑工艺, 可以让钢纤维在混凝土里均匀地分布, 进而最大限度地发挥出钢纤维的增强效果, 以此来满

足复杂路桥结构对于高性能混凝土的要求。

1.2 抗弯、抗拉及耐久性优势

钢纤维混凝土在抗弯以及抗拉方面所呈现出的性能,相较于传统混凝土而言有着十分显著的优势,其性能得以增强的机制,主要是依靠钢纤维在混凝土出现开裂情况的时候,对裂缝起到的桥接作用,当混凝土基体产生微裂缝之时,钢纤维可有效地将裂缝能量予以分散,进而对裂缝的扩展加以抑制,由此便能够大幅度地提升混凝土的韧性以及延性,在桥梁以及路面的施工环节当中,这样的性能优势能够在很大程度上抵御车辆荷载、温度应力以及其他来自外界的作用力给结构所带来的破坏,并且还减少裂缝的产生以及发展,除此之外,钢纤维混凝土在耐久性方面同样有着极为出色的表现,其抗冻融循环的能力、抗磨损的能力以及抗化学侵蚀的能力都比普通混凝土要更为优异,能够让路桥结构即便处于极端环境条件之下,依旧能够维持长期稳定的运行状态,这种综合性的性能优势,一方面提升了结构的安全性,另一方面也降低了后期的维护成本,为工程的经济性以及可持续性给予了有力的保障。

1.3 对路桥结构寿命的延长作用

钢纤维混凝土在路桥工程中的应用可以带来诸多好处,具体体现在以下三个方面:首先,钢纤维混凝土的添加能够降低混凝土的收缩率。研究显示,在实际应用中,钢纤维混凝土的收缩率降低 15%~35%,从而有效减少混凝土的开裂和变形,提高路桥的稳定性和耐久性。其次,明显提升钢纤维混凝土的抗剪性能,使路桥在承受横向力和剪切力时更加稳固、可靠。最后,钢纤维混凝土具有较好的耐磨性和抗冻能力,能够抵御使用过程中的磨损和冻融循环带来的损害,有效提升路桥运行寿命。

2 路桥工程中钢纤维混凝土的应用领域

2.1 桥面铺装

桥面铺装属于路桥工程的关键部分,其结构性能直接影响桥梁整体的承载能力以及使用寿命。钢纤维混凝土在桥面铺装方面的应用,可明显改善铺装层的抗裂性以及耐磨性。在实际工程当中,桥面铺装会受到交通荷载、温度变化还有环境侵蚀等多种因素的作用,传统混凝土容易出现收缩裂缝以及疲劳破坏的情况,然而钢纤维混凝土凭借纤维桥接机制,可以有效地分散应力集中,使得微裂缝不容易扩展,整体抗裂性能得到了显著的提升。钢纤维混凝土具备良好的抗冻融性和耐磨性,能保证桥面在长时间运行过程中维持平整的状态以及结构的稳定性,进而延长桥梁的使用寿命,并且降低后期维护的频次与成本。

2.2 路桥结构加固

钢纤维混凝土于路桥结构加固方面有着明显优势,特别适合梁、板、柱等受力构件的强化以及耐久性的提升,在桥梁维修或者加固工程里,运用钢纤维混凝土展开包裹或者填充操作,能够切实提升结构的抗弯、抗剪以及抗冲击的能力,让原有结构在承受荷载之时展现出更高的韧性

与延展性,而且钢纤维混凝土的施工工艺颇为灵活,能依据不同的加固需求来挑选喷射、浇筑或者铺设的方式,达成和原有结构的良好契合,进而提升路桥的整体承载能力与安全性,在城市桥梁改造以及高速公路桥梁扩建当中,钢纤维混凝土的应用正逐步变成高效且可靠的加固技术方案。

2.3 桩基础增强

在桩基础的施工以及加固环节当中,钢纤维混凝土可提升桩体的抗裂程度以及抗冲击性能,进而对基础的承载性能还有抗变形能力予以改善。传统的桩体在施工之时或者是在长期承受外力作用的过程中,常常会出现裂缝亦或是局部受到损伤的情况,这对整体的稳定性会产生影响。然而钢纤维混凝土能够凭借其内部的纤维网形成微观层面的桥接效应,可以有效地将外部荷载所导致的应力集中给分散开来,以此来强化桩体的韧性以及承载力。在复杂的地质环境之下,比如软土地基、河道或者沿海地区,钢纤维混凝土桩体所展现出来的耐久性以及抗侵蚀能力都要更为出色,能为路桥结构的安全运行给予可靠的保障,并且还能够大幅度地降低基础维修的频次。

2.4 边坡加固与隧道衬砌

钢纤维混凝土于边坡加固以及隧道衬砌工程里同样呈现出独特的长处,其抗拉、抗弯还有耐久性能都很优异,可大幅度提升支护结构的稳固性,在边坡工程方面,钢纤维混凝土喷射施工技术能迅速形成连续并且韧性不错的支护层,可有效抵御地质活动以及降雨所引发的土体滑移情况。在隧道衬砌施工环节,钢纤维混凝土能够减少裂缝的出现,提升结构的承载能力,并且在长时间使用过程中能维持较高的耐久性以及抗冻融性能,以此来保证隧道安全运营并降低维护方面的成本。

3 钢纤维混凝土施工技术

3.1 配合比设计原则与方法

钢纤维混凝土配合比设计属关键环节,设计时要平衡材料性能、施工工艺、工程使用要求。实际操作中得综合考量水胶比、砂率、骨料级配、钢纤维掺量与类型,保证混凝土有良好流动性、密实度、均匀纤维分布。合理配合比可防止纤维搅拌、浇筑时出现团聚,硬化后混凝土能有高强度、韧性、抗裂能力。在路桥工程里,配合比设计要依据不同施工部位、荷载条件来优化,如桥面铺装层抗裂性能要求高,桩基或边坡支护层要突出抗冲击性、耐久性,达成结构性能与施工可行性统一。

3.2 搅拌与浇筑工艺

钢纤维混凝土于施工进程里,对于搅拌以及浇筑工艺都有着颇高的要求。在搅拌环节当中,得把控好搅拌所持续的时间以及操作的顺序,唯有如此,才能够确保钢纤维能够在混凝土里面实现均匀分散状态,进而防止出现纤维结团亦或是沉降之类的状况,以此来切实保障其力学性能可以得以充分地发挥出来。而浇筑工艺方面,则需要依

据具体的施工部位以及工程所涉及的规模来灵活地做出相应的调整,可以选用分层浇筑或者整体浇筑这样的方式,并且要配合上适度的振捣举措,通过这样的方式,才能够将气泡以及孔隙给消除掉,进而保证混凝土具备足够的密实程度。在诸如桥面铺装、隧道喷射又或者是桩基施工等具体情境下,若能对浇筑的速度以及振捣的方式予以合理的把控,那么便能够有效地规避施工过程中可能出现的各种缺陷,进而确保钢纤维混凝土在完成硬化之后,依旧能够维持着均匀的力学性能,并且还拥有着不错的抗裂能力。

3.3 钢纤维混凝土喷射施工技术

喷射施工技术在边坡加固、隧道衬砌以及特殊构件施工等方面有着广泛的应用,其关键之处在于借助高压喷射设备把钢纤维混凝土迅速铺设到施工表面。喷射施工可达施工速度较快、附着力较强以及纤维分布较为均匀等效果,并且能适应复杂的空间以及高空作业环境。在实际运用期间,得依据施工环境对喷射压力、水胶比以及纤维掺量做出合理的调节,以防出现纤维偏析或者混凝土回弹过大的情况。除此之外,喷射施工还应当配合恰当的模板或者支护措施,保证施工层的厚度与密实度都能满足设计方面的要求,进而实现结构性能的最优状态。

3.4 桥面铺面施工技术

桥面铺面施工属于钢纤维混凝土得以应用的关键环节,其相应的施工技术会给桥梁的整体耐久性以及使用性能带来直接的影响。在开展桥面施工相关工作的时候,务必要对混凝土浇筑时的温度加以严格把控,要对振捣的密实程度予以严格把控,同时还要对养护的具体条件给予严格把控,从而保证钢纤维混凝土能够在桥面层当中实现均匀的分布,并且能够达成所设计的强度要求。在施工推进的过程中,还得留心接缝方面的处理事宜,得想办法防止因热胀冷缩而引发裂缝的情况出现,与此还需采取恰当的养护举措,像是实施覆盖保湿的操作或者采用喷雾养护的方式等,以此来确保混凝土能够充分地进行水化反应,进而促使桥面层的抗裂性能、抗磨损性能以及耐久性能都得以提升。

3.5 施工质量控制与安全措施

施工质量控制对钢纤维混凝土施工当中占据着极为关键的地位,要想保证施工能够取得成功,就需要从原材料的检验环节开始,一直到配合比的设计、施工工艺的具体执行乃至最后的养护整个过程都要进行严格的管理。在质量控制方面所采取的措施涵盖了对钢纤维规格以及掺量的检测工作,也包含了针对混凝土流动性以及密实度展开的测试活动,另外还有对施工现场的振捣操作、浇筑操作以及养护操作实施规范化的管理工作^[1]。与此施工安全方面的措施务必要涉及到高空作业环节、防护设备使用环节以及施工机械操作环节等诸多方面,以此来切实保障施工人员的人身安全,推动工程能够顺利地向前推进。借助系统化开展的质量控制以及安全管理工作,可以充分挖掘

出钢纤维混凝土所具有的结构性能优势,进而有效保障路桥工程具备良好的耐久性以及较高的安全性。

4 施工技术优化与可持续发展策略

4.1 高性能化施工意识的提升

钢纤维混凝土施工的优化,起初依靠的是施工单位对高性能化混凝土技术较为透彻的认知以及较强的应用意识^[2]。在实际开展工程作业期间,施工人员得清楚明白钢纤维混凝土的力学原理、施工特性以及潜在存在的各类风险,进而于整个施工进程当中妥当安排施工工艺,把控好施工节奏,并且依照科学的方式去调整配合比。高性能化施工意识得以提高,这不但有益于确保混凝土的质量,而且还促使了技术层面的创新以及工程效率方面的提升,让路桥工程在达成安全以及耐久性方面的要求之际,能够最大程度地将钢纤维混凝土所具备的综合优势都充分发挥出来。

4.2 智能化施工与绿色施工策略

随着智能建造以及绿色施工理念持续向前发展,钢纤维混凝土施工技术正一步步朝着智能化与绿色化方向迈进^[3]。智能化施工借助传感监测手段、数据分析方法以及施工控制系统,可达成对混凝土浇筑过程、振捣环节以及养护阶段的实时监测,并且在此基础上进行优化操作,以此来确保施工质量以及结构性能能够保持稳定状态。而绿色施工策略着重于材料节约方面、能耗降低层面以及环境保护层面,凭借科学合理的配比方式、减少废弃物排放的举措以及对施工工艺加以优化的做法,使得施工过程给环境带来的影响尽可能地减小,进而推动路桥工程朝着可持续发展的目标不断前行。

5 结语

钢纤维混凝土因其出色的力学性能以及良好的耐久性,给路桥工程带来了稳固的保障。经由合理的配合比设计、科学的施工工艺以及严格的品质把控,它在桥面铺装、结构加固、桩基础强化以及边坡与隧道支护等方面都呈现出颇为明显的优点,切实提高了路桥的安全性并且延长了其使用寿命。与此施工技术不断优化,智能化应用逐步推广,这为钢纤维混凝土在未来于路桥工程领域中的广泛运用开辟出了一条可持续发展的道路,达成了高性能、耐久性与可持续建设三方面的统一。

【参考文献】

- [1]李新伟.钢纤维混凝土施工技术在路桥工程中的应用[J].运输经理世界,2023(31):98-100.
- [2]林晶.钢纤维混凝土施工技术在路桥施工中的应用分析[J].工程机械与维修,2022(4):102-103.
- [3]王佳音.钢纤维混凝土技术在路桥工程中的应用研究[J].石河子科技,2025(2):64-65.

作者简介:黄园(1985.12—),毕业院校:扬州大学,所学专业:土木工程,当前就职单位:江苏安达工程管理有限公司,职务:监理工程师,职称级别:中级。