

超高性能混凝土材料在桥梁工程中的应用

英 硕

邢台路桥建设集团有限公司 河北邢台 054000

摘 要: 超高性能混凝土材料是一种具有超高强度、超高耐久性、超高弹性模量的新型混凝土材料。随着桥梁结构设计寿命要求的不断提高,研究超高性能混凝土材料在桥梁工程中的应用具有重要意义。基于此,本文首先介绍了该材料应用在桥梁工程中所具有的优势,并探讨了具体的应用措施,以供参考。

关键词: 超高性能混凝土; 桥梁工程; 应用

Application of ultra-high performance concrete materials in bridge engineering

Shuo Ying

Xingtai Road and Bridge Construction Group Co., Ltd

Xingtai, Hebei 054000

Abstract: Ultra-high performance concrete (UHPC) is a new type of concrete material with ultra-high strength, ultra-high durability, and ultra-high elastic modulus. With the increasing requirements for the design service life of bridge structures, the application of UHPC in bridge engineering holds significant importance. Based on this, this paper first introduces the advantages of UHPC in bridge engineering and discusses specific application measures for reference.

Keywords: Ultra-high performance concrete; Bridge engineering; Application

引言

超高性能混凝土是一种性能优异的新型混凝土,可实现高性能、高耐久性和低成本的特点,具有广阔的发展前景。与普通混凝土相比,超高性能混凝土具有较高的力学性能和抗裂性,可有效改善混凝土耐久性。此外,由于超高性能混凝土具有优异的体积稳定性和抗渗性,其应用范围也更加广泛。在桥梁工程中,超高性能混凝土可用于结构抗裂、加固和修复等方面。目前,超高性能混凝土在桥梁工程中的应用尚处于起步阶段,为了促进其更好地推广应用,需深入研究其工作机理、增强方法及控制技术等方面的内容,为桥梁工程提供更加可靠、更高质量的材料和技术。

一、超高性能混凝土的基本性能

超高性能混凝土(Ultra-High Performance Concrete)是一种以超高性能水泥基材料为骨料,采用具有超高强度的材料配置而成的混凝土。其主要特点是具有高强度、高耐久性和高抗冲击韧性。UHPC 还具有很好的自立性和很低的收缩变形。UHPC 主要由水泥、钢纤维、矿物掺合料和外加剂等材料组成。其中,水泥是 UHPC 的主要组成材料,其主要作用是形成良好的水化产物和稳定的胶凝材料体系;钢纤维主要作用是提高材料的抗拉性能和抗冲击性能;矿物掺合料是用来调节 UHPC 工作性和力学性能;外加剂则是为了改善 UHPC 工作性并提高其耐久性而加入的。超高性能混凝土与普通混凝土相比具有以下优点:①超高性能混凝土具

有非常高的抗压强度、弹性模量和抗折值,在满足设计强度要求条件下,可获得最大程度的延性;②超高性能混凝土具有极低的收缩变形,在保证材料足够韧性的同时,其变形程度很小;③超高性能混凝土具有高耐久性和抗疲劳特性;④超高性能混凝土具有良好的粘结性能和很好的抗渗性能。与普通混凝土相比,在满足设计强度要求条件下,其使用寿命可提高 50%以上。

二、超高性能混凝土材料在桥梁工程中的应用优势

超高性能混凝土是一种由高标号水泥、钢筋和掺合料等原材料配制而成的新型混凝土材料,其综合性能较高,应用优势主要体现在以下几个方面:

1.超高性能混凝土材料的抗折强度可达到 60 MPa,而普通混凝土的抗折强度仅为 20~30 MPa,可见超高性能混凝土材料具有更高的抗压强度和抗折强度,可有效提高桥梁工程的承载能力。此外,超高性能混凝土材料还具有较高的韧性,能够满足桥梁结构设计中对抗性的要求。

2.超高性能混凝土材料能够有效避免裂缝问题,其抗渗性能较好。传统的混凝土由于质量较差,所以在抗渗方面存在缺陷,而超高性能混凝土材料则具有较好的抗渗能力和防渗能力。

3.超高性能混凝土材料在耐腐蚀性方面也具有显著优势。目前市场上出现了很多新型混凝土材料,但其耐腐蚀性

存在一定缺陷。而超高性能混凝土材料由于具有较好的抗腐蚀性和耐久性,因此在桥梁工程中应用该材料具有明显优势。

4.因为超高性能混凝土材料具备良好的抗弯能力,因此能够有效解决桥梁工程中存在的抗弯问题。

5.超高性能混凝土材料在桥梁工程中应用还具有结构自重轻、施工效率高以及造价成本低等优点,有效提高了桥梁工程的整体效益。另外,与传统混凝土相比,超高性能混凝土还具有很强的流动性以及稳定性,这对于提高施工效率也具有重要作用。

三、超高性能混凝土材料在桥梁工程中的应用方法

1.原材料选用

(1) 骨料。为满足超高性能混凝土材料性能,同时考虑到超高性能混凝土具有较高的抗拉强度,对骨料进行筛选时应考虑粗骨料粒径、压碎指标等因素。采用天然砂,其压碎值为 12%~18%,细度模数为 2.6~2.9。采用卵石作为骨料,其粒径为 5~20 mm,最大粒径为 40 mm。

(2) 水泥。超高性能混凝土材料具有较高的抗渗等级要求,水泥选用 42.5R 普通硅酸盐水泥,其用量应大于 270 kg/m³,水胶比 0.45~0.55。

(3) 减水剂。采用聚羧酸减水剂(SF-10A)对超高性能混凝土材料进行配制。其减水率应大于 40%,且不含硫酸根离子和硫酸钙晶种等杂质元素。

(4) 水。水质应符合《混凝土拌合物用水》标准要求,且水质应保持干净、清洁和无杂质,水灰比不宜大于 0.55。

(5) 在超高性能混凝土材料配制过程中应同时掺入减水剂和引气剂进行拌合,其掺量分别为胶凝材料质量的 0.5%和 1.5%。

(6) 纤维及掺合料。采用玻璃纤维及短切纤维等复合纤维进行掺加,其掺量分别为胶凝材料质量的 0.5%和 1%。

2.配合比设计

配合比设计是超高性能混凝土性能评价的基础,其工作性能和力学性能与水泥、掺合料、细骨料、外加剂等密切相关,应充分考虑各参数对混凝土性能的影响。超高性能混凝土配合比设计过程中,应考虑以下因素:(1)强度、韧性、弹性模量等力学指标;(2)抗压、抗折强度,抗冻系数,抗氯离子渗透能力等耐久指标;(3)耐久性指标。按照现行《超高性能混凝土》要求进行配合比设计。通常情况下,超高性能混凝土的水胶比不超过 0.4,砂率控制在 45%~55%之间。通过上述配合比设计参数,可以获得满足强度、韧性及耐久

性指标要求的超高性能混凝土。

3.UHPC 在桥梁连接件中的应用

UHPC 具有优异的力学性能,与钢-混组合结构相比,具有较高的承载能力和刚度,可用于桥面板和桥墩等连接件中。并且由于其优异的耐磨性和耐热性,UHPC 具有更高的耐久性。因此,在桥梁连接件中应用 UHPC 可有效提高桥梁结构的承载能力和耐久性。

在实际工程中,将 UHPC 应用于桥梁连接件中需要考虑两个方面的因素:一是连接件的强度;二是连接件与桥面板或桥墩之间的连接刚度。目前,将 UHPC 用于桥梁连接件中还处于探索阶段。由于超高性能混凝土与普通混凝土在性能方面存在较大差异,在应用过程中应根据具体情况进行选择和调整。

4.UHPC 在桥面铺装中的应用

桥面铺装是桥梁结构的重要组成部分,是混凝土结构的重要承重部位,其性能直接影响着桥梁的整体使用性能。目前,桥面铺装主要采用沥青混凝土作为铺装材料,该材料的优点是抗疲劳性能好、使用寿命长,但缺点是抗滑性能差、易产生裂缝等。与传统沥青混凝土相比,超高性能混凝土(UHPC)具有高强度、高耐久性和高抗渗等优点,可有效解决桥面铺装的抗疲劳问题和抗滑问题。

在桥面铺装中,由于不同类型材料的收缩变形不一致,将会导致桥面铺装层出现开裂、剥落等破坏。超高性能混凝土(UHPC)具有良好的物理力学性能和抗裂性能,与传统沥青混凝土相比,UHPC 对温度应力、收缩应力等不敏感。此外,由于 UHPC 具有较低的密度和较高的抗压强度,因此在桥面铺装中可以充分发挥其优势。而且由于 UHPC 具有优异的抗拉性能和抗冲击性能,可有效提高桥面铺装层的抗裂性能。总之,超高性能混凝土在桥面铺装中具有广阔的应用前景^[1]。

5.桥面加固

在桥面加固方面,超高性能混凝土可用于桥面板混凝土的加固,以提高桥梁结构的承载力。使用超高性能混凝土加固后,桥面板强度及刚度将得到提高,桥梁结构的承载力将得到提升。目前,在国内外已有学者对超高性能混凝土加固桥面板的力学性能进行了研究。梁桥桥面板作为主要受力构件,其承载能力的提高可有效改善桥梁的受力状态。以某桥梁为例,在恒载作用下,当使用普通混凝土时,梁截面产生的正应力值为 35 MPa。而采用超高性能混凝土后,梁桥桥面板截面正应力值降至 10 MPa 以下,从而有效地提高了桥梁结构的承载力。此外,超高性能混凝土还具有优异的抗渗

性能,可有效提高桥梁结构的耐久性。对于桥面板出现裂缝的桥梁工程,可以使用超高性能混凝土对其进行加固修复。以某大桥为例,在桥面板裂缝修复中采用超高性能混凝土进行加固修复。相比于普通混凝土而言,超高性能混凝土可有效提高其抗拉强度和抗弯能力^[2]。

超高性能混凝土是一种新型高强度混凝土材料,具有优异的力学性能,能满足桥梁结构受力需求,同时其优异的耐久性也可以满足桥梁长期运营要求。将超高性能混凝土应用于桥梁工程中,一方面可以提高桥梁结构的承载能力,另一方面也可以减少桥梁结构的养护费用。近年来,随着我国桥梁工程建设的快速发展,对混凝土桥面板提出了更高要求。目前国内市场上常用的钢桥面板具有较高的刚度,但在长时间使用后易出现疲劳开裂现象,对桥梁结构安全造成较大威胁。将超高性能混凝土应用于桥面板中,不仅能够提高桥梁结构承载能力,还能有效减少桥面板出现开裂现象,延长桥梁使用寿命^[3]。

6. 施工工艺

由于超高性能混凝土具有较高的流动性和粘聚性,因此施工时应采取有效措施防止离析现象发生。在实际施工过程中,应在泵送设备中添加减水剂,以减少混凝土水分流失,提高流动性。同时,还应控制好水灰比、砂率和坍落度等参数,保证超高性能混凝土具有良好的流动性。在泵送施工过程中,应注意管道内的压力和流量变化情况,及时调整泵送高度和速度。

超高性能混凝土的施工方法主要包括直接泵送法、平板振动法和振捣棒振捣法等。为确保超高性能混凝土在施工过程中不出现分层、离析现象,应采取有效措施进行搅拌、振捣等过程^[4]。

7. 预制超高性能混凝土肋板

预制超高性能混凝土肋板是一次极为成功的实践,不仅体现出它在桥面板结构上的革新,而且还大大减少了桥面板的厚度,只有传统 C40 混凝土桥面板的 1/3,使得桥面板的外观更加精致,而且还具有良好的吊装施工效果。经过改进的预制超高性能混凝土肋板具有出色的耐久性,可以显著提升它的使用寿命。此外,它的收缩徐变小,弹性模量也更高,因此它的预应力损失比一般的混凝土要低得多^[5]。

四、超高强混凝土在大跨度桥梁中的应用前景

超高性能混凝土因具备良好的力学性能,在大跨度桥梁

建设中被广泛应用。近年来,我国在超高性能混凝土的研究方面取得了较大进展,相关研究成果不断涌现,为超高性能混凝土在大跨度桥梁建设中的应用提供了坚实基础。

在此基础上,桥梁建设单位应当根据我国的实际情况和市场需求,积极将超高性能混凝土应用于大跨度桥梁工程中。在确保结构安全性及稳定性的前提下,尽可能地减少钢材用量,降低工程造价。此外,还可以将超高性能混凝土应用于悬索桥、斜拉桥等大跨径桥梁建设中,与普通混凝土相比,超高性能混凝土具备较高的抗压、抗拉、抗弯、抗剪及抗裂等能力,可有效提高桥梁结构的承载力和稳定性^[6]。

五、结语

超高性能混凝土作为一种性能优异的新型材料,具有良好的力学性能、耐久性能和抗裂性,可用于桥梁工程中的抗裂、加固和修复等方面。为了促进其更好地推广应用,应深入研究其工作机理,提高其力学性能和耐久性,并完善其控制技术。在桥梁工程中,可利用超高性能混凝土的上述优良性能进行桥梁结构抗裂、加固和修复等方面的设计。因此,开展超高性能混凝土在桥梁工程中应用的研究,对于促进其更好地发展具有重要意义。

参考文献:

- [1]黎维良.超高性能混凝土材料在桥梁工程中的应用[J].合成材料老化与应用,2023,52(01):147-149.
- [2]高翔,李丽.UHPC 在桥梁工程中的发展综述[J].四川建材,2022,48(07):114-115+118.
- [3]马斌,陈晓飞,丁志文,陈利,李斌成.超高性能混凝土在桥梁工程中的应用[J].合成材料老化与应用,2021,50(06):139-141.
- [4]王衍.超高性能混凝土轻型桥面板结构抗弯性能研究[D].湖南大学,2021.
- [5]海航.UHPC-RC 箱型组合梁结构抗弯性能研究[D].合肥工业大学,2021.
- [6]刘飞.超高性能混凝土在桥梁加固工程中的应用[J].交通世界,2020(30):25-26.

通讯作者: 英硕,出生于1993年3月,汉族,男,籍贯:河北省邢台市巨鹿县,单位:邢台路桥建设集团有限公司,职位:施工工长,职称:助理工程师,学历:本科,邮编:054000,研究方向:交通运输工程