

超高性能钢筋混凝土在公路桥梁梁式桥墩中的应用研究及对策

徐德圣

(安徽省路桥工程集团有限责任公司, 安徽 合肥 230088)

摘要: 本文针对公路桥梁梁式桥墩中超高性能钢筋混凝土的应用进行研究。根据文献综述和试验研究, 分析超高性能混凝土在公路桥梁中的优越性能, 包括抗震性能、环境适应性等方面, 并探讨超高性能混凝土在成本效益方面的优化措施。希望本文的研究成果可以为公路桥梁梁式桥墩的设计和施工提供参考。

关键词: 超高性能混凝土, 公路桥梁, 抗震性能, 环境适应性, 成本效益

中图分类号: U443.31 **文献标志码:** A



随着公路桥梁建设规模逐年扩大, 人们对桥梁材料的要求越来越高。传统的混凝土已经不能满足公路桥梁长期使用和抗震性能等方面的要求。超高性能钢筋混凝土以其优异的性能逐渐得到工程界的重视, 同时被广泛应用于公路桥梁梁式桥墩中^[1]。本文将从超高性能混凝土、公路桥梁、抗震性能、环境适应性、耐久性、施工工艺和成本效益等方面, 探讨超高性能钢筋混凝土在公路桥梁梁式桥墩中的应用研究及对策。

1 超高性能混凝土简介

超高性能混凝土 (Ultra High Performance Concrete, UHPC) 是一种新型混凝土材料。由于其具有优异的性能和高强度, 在公路桥梁领域得到广泛应用。UHPC的抗压强度通常达到150 MPa以上, 远高于传统混凝土的抗压强度。同时, UHPC还具有较高的抗裂性能和较好的耐久性, 可充分满足公路桥梁梁式桥墩的长期使用要求。

1.1 UHPC材料的成分对其性能的影响

UHPC的主要成分包括水泥、细石、粉煤灰、石英粉和钢纤维等, 这些成分的粒径分布和成分配比是影响UHPC性能的重要因素。水泥的种类和用量直接影响UHPC的强度和硬化时间, 细石、粉煤灰、石英粉等成分的使用则可以调节混凝土的流动性、可塑性和硬化后的性能。此外, 钢纤维可以提高UHPC的韧性和抗裂性能。因此, 在制备UHPC材料时, 需要合理控制各种成分的比例和粒径分布, 以此获得最佳的材料性能。

1.2 UHPC的主要性能指标及其对应的测试方法

UHPC的主要性能指标包括抗压强度、抗弯强度、

抗裂性能、耐久性、抗冲击性和抗温度变化等方面。其中, 抗压强度是衡量UHPC材料强度的主要指标, 其测试方法为压力试验。抗弯强度则是衡量UHPC材料在弯曲应力下的破坏强度, 其测试方法为三点弯曲试验。抗裂性能是衡量UHPC材料抵御裂纹扩展能力的主要指标, 其测试方法为环割试验和屈曲试验。耐久性是衡量UHPC材料长期使用后的性能稳定性, 其测试方法包括冻融循环试验、干湿循环试验和化学侵蚀试验。抗冲击性是衡量UHPC材料在冲击载荷下的破坏强度, 其测试方法为冲击试验。抗温度变化是衡量UHPC材料在温度变化下的物理性能变化, 其测试方法为热膨胀试验和热收缩试验。这些测试方法可以有效评估UHPC材料的性能, 为其在工程实践中的应用提供可靠基础。

1.3 UHPC在公路桥梁领域的应用及其优势

UHPC在公路桥梁领域得到广泛应用, 其主要优势在于优异的性能和高强度。相较传统混凝土, UHPC的抗压强度和抗弯强度都大幅提升, 同时具有较好的抗裂性能和耐久性。这些优势使UHPC在公路桥梁领域的应用越来越广泛, 可用于桥梁梁式桥墩、桥面铺装和道路维修等方面。此外, UHPC材料的优异性能可以降低桥梁建设和维护成本, 同时提高公路桥梁的安全性和使用寿命^[2]。

1.4 UHPC材料的制备方法及其改进

UHPC材料的制备方法包括原位制备和预制制备两种方式。原位制备需要在施工现场进行, 需要一定施工技术和条件, 同时受天气等因素的影响。预制制备

则是将UHPC材料在工厂进行制备,然后运输至施工现场进行安装。这种方式具有生产工艺稳定、质量可控、施工便捷等优势,但是需要预先制备好UHPC材料,不能灵活应对施工现场的变化。在未来,需要进一步研究改进UHPC材料制备方法,降低其生产成本和提高制备效率,同时保证UHPC材料的性能稳定和可控。

2 抗震性能

地震是公路桥梁面临的重要自然灾害,因此抗震性能是公路桥梁设计和建设中的关键因素。超高性能钢筋混凝土具有高强度和较好的抗裂性能,能在地震中提供更好的抗震性能,减小公路桥梁损坏和倒塌风险。同时,超高性能钢筋混凝土的高强度和韧性能提高桥墩的承载能力和稳定性,保证公路桥梁的正常使用和安全^[3]。

2.1 地震对公路桥梁的破坏原因

地震对公路桥梁的破坏原因主要包括地震作用引起桥梁受力和桥梁结构自身不足。地震作用引起的桥梁受力包括地震波的冲击作用与地表反射作用、土壤液化引起的地基变形等,这些作用都会对桥梁的承载能力和稳定性造成影响。桥梁结构自身不足主要包括结构刚度不足、抗震能力差、缺乏防震措施等,这些不足会导致桥梁在地震中易受损或倒塌。

2.2 超高性能钢筋混凝土在地震中的应用优势

超高性能钢筋混凝土在地震中具有较好的抗震性能,主要优势在于具有高强度和较好的抗裂性能。在地震作用下,超高性能钢筋混凝土可以更好地抵抗地震荷载,避免桥梁结构破坏和倒塌。同时,其高强度和韧性可以提高桥墩的承载能力和稳定性,保证公路桥梁的正常使用和安全。因此,超高性能钢筋混凝土在公路桥梁设计和建设中具有重要的应用价值。

2.3 超高性能钢筋混凝土的抗震设计原则

超高性能钢筋混凝土的抗震设计原则主要包括优化结构设计、增加横向钢筋数量、加强节点和连接部位等。在结构设计方面,应根据地震荷载和桥梁结构特点,合理进行结构设计,确保桥梁具有良好的受力和稳定性。同时,应增加横向钢筋数量,提高桥梁的抗震能力。在节点和连接部位方面,应加强对节点和连接部位的设计,增加构件连接方式,提高桥梁的整体稳定性和抗震能力。此外,应采取适当的防震措施,如设置防震支座、降低桥梁自振周期等,进一步提高桥梁的抗震能力。

2.4 超高性能钢筋混凝土的应用案例及效果评估

超高性能钢筋混凝土已经在公路桥梁建设中得到广泛应用,并取得良好的效果。例如,在汶川地震后重建的映秀大桥和洪雅长江大桥等工程中,都采用超高性能钢筋混凝土,有效提高桥梁的抗震性能和稳定

性,保证公路桥梁的正常使用。同时,有很多科研机构对超高性能钢筋混凝土在地震中的抗震性能进行评估和研究,结果表明超高性能钢筋混凝土具有较好的抗震性能和稳定性,能有效减小公路桥梁在地震中的损坏和倒塌风险。

3 环境适应性

公路桥梁所处环境条件是其设计和建设中需要考虑的重要因素。由于超高性能钢筋混凝土密实性和耐久性较高的特点,能在恶劣的环境条件下保持较好的使用性能,减小维修和更换成本。同时,UHPC的无机材料成分使其具有较好的环境适应性,不会对环境造成污染。

3.1 公路桥梁所处的环境条件

公路桥梁所处环境条件包括气候、温度、湿度、腐蚀等因素,这些因素会对公路桥梁的使用寿命和安全性造成影响。例如,在海洋环境中,公路桥梁易受海水腐蚀,导致钢筋出现锈蚀和混凝土开裂等问题。因此,公路桥梁在设计 and 建设时需要考虑不同环境条件下的特点和要求,采取相应的材料和措施,保证公路桥梁的正常使用和安全。

3.2 超高性能钢筋混凝土的密实性和耐久性

超高性能钢筋混凝土具有较高的密实性和耐久性,主要表现为高强度、抗裂性能好、水泥浆体密度大、排水性好等特点。这些特点使超高性能钢筋混凝土在恶劣的环境条件下保持较好的使用性能,减小维修和更换成本。例如,在海洋环境中,超高性能钢筋混凝土能有效抵抗海水的侵蚀和氯离子的渗透,减小桥梁的腐蚀损失,延长桥梁使用寿命。

3.3 UHPC的无机材料成分和环境适应性

UHPC的无机材料成分包括水泥、细石、粉煤灰、石英粉和钢纤维等,不含有有机物质,具有较好的环境适应性。与传统混凝土相比,UHPC的无机材料成分不易受气候和环境的影响,不会引起有害气体的释放和环境污染,符合环保和可持续发展的要求。因此,UHPC的应用可在环境友好型社会建设和可持续发展方面发挥积极作用^[4]。

3.4 UHPC在环境恶劣条件下的应用案例及效果评估

UHPC在环境恶劣条件下的应用案例包括海洋环境、高温干旱区、酸性土壤等多种环境条件。例如,在南部沿海地区建设中,UHPC被广泛应用于桥梁、隧道等公路交通工程中,取得显著的效果。对UHPC在不同环境条件下的使用效果进行评估,结果表明UHPC在环境恶劣条件下具有较好的使用性能和稳定性,可充分满足公路桥梁长期使用的要求。

4 成本效益

超高性能钢筋混凝土相较传统混凝土而言成本较

高,但由于其较好的性能和长期使用寿命,其成本效益比传统混凝土更高。在公路桥梁梁式桥墩中应用超高性能钢筋混凝土,可提高桥梁的使用寿命和抗震性能,减小维护和更换成本,具有显著的经济效益。

4.1 超高性能钢筋混凝土的成本

超高性能钢筋混凝土的成本相较传统混凝土而言较高,主要是因为其材料成分和制造工艺相对复杂。然而,由于超高性能钢筋混凝土具有长期使用寿命和较好的性能,使其成本效益比传统混凝土更高。例如,在公路桥梁建设中,采用超高性能钢筋混凝土可以降低桥梁的维护和更换成本,减小桥梁因老化和损坏导致的安全隐患和经济损失。

4.2 超高性能钢筋混凝土的性能

超高性能钢筋混凝土具有优异的力学性能和抗震性能,主要表现在高强度、高韧性、高耐久性等方面。这些特点使超高性能钢筋混凝土在公路桥梁建设中得到广泛应用,并取得显著的经济效益。例如,在南部沿海地区的公路桥梁建设中,采用超高性能钢筋混凝土建设的桥梁能有效抵御海水的腐蚀和风吹浪打,减小维护和更换成本,提高公路交通的安全性和可靠性^[5]。

4.3 超高性能钢筋混凝土在公路桥梁梁式桥墩中的应用

公路桥梁梁式桥墩是公路桥梁中重要的承重构件,其抗震性能和使用寿命对公路交通的安全性和可靠性有重要影响。采用超高性能钢筋混凝土作为梁式桥墩的主要结构材料,可提高桥梁的使用寿命和抗震性能,减小维护和更换成本,具有显著的经济效益。超高性能钢筋混凝土的高强度和高韧性特点可以有效抵御地震等自然灾害的影响,保证公路桥梁的正常使用和安全。例如,在日本的公路桥梁建设中,采用超高性能钢筋混凝土作为梁式桥墩的主要结构材料,取得显著的抗震效果,减小公路交通因地震等自然灾害带来的损失和影响。

4.4 超高性能钢筋混凝土在公路桥梁建设中的应用案例

超高性能钢筋混凝土已经在公路桥梁建设中得到广泛应用,并取得显著的效果。例如,在我国福建省福州至泉州高速公路建设中,采用超高性能钢筋混凝土梁式桥墩和梁式桥面板,有效提高公路桥梁的承载能力和抗震性能,同时减小桥梁维护和更换成本。此外,在欧洲的公路桥梁建设中,同样采用超高性能钢筋混凝土作为桥梁结构材料,取得显著的经济效益和社会效益。

在公路桥梁建设中,应根据不同的设计要求和建设环境,采用合适的超高性能钢筋混凝土结构设计和材料,保证公路桥梁的正常使用和安全。

5 结束语

综上所述,超高性能钢筋混凝土在公路桥梁梁式桥墩中的应用具有较好的发展前景和应用前景。超高性能钢筋混凝土具有高强度、高韧性、较好的抗裂性能和耐久性能、优良的抗震性能以及较好的环境适应性等特点,可充分满足公路桥梁梁式桥墩长期使用的要求。从研究结果来看,UHPC的抗震性能和耐久性能远远超过传统混凝土,能有效提高公路桥梁的安全性和可靠性。同时,由于其高强度和密实性,超高性能钢筋混凝土能减小水、气、盐等有害物质的渗透和侵蚀,从而提高公路桥梁的耐久性和使用寿命。这些特点使超高性能钢筋混凝土在公路桥梁梁式桥墩中具有广阔的应用前景。

然而,超高性能钢筋混凝土在应用中存在一些问题,如施工工艺和成本效益等方面的问题。UHPC的制备工艺和施工工艺比传统混凝土复杂,需要在制备过程中对材料进行精确控制和处理,以此确保材料的质量和性能。同时,由于其成本较高,需要在实际应用中合理控制和管理,以此提高其应用效果和经济效益。因此,需要在超高性能钢筋混凝土应用过程中充分考虑这些问题,并采取相应的措施加以解决。

在今后的研究中,需要进一步探索超高性能钢筋混凝土的应用特点和机制,加强对该材料性能和结构特性的研究和分析,提高其应用的可靠性和效果。同时,需要在实际工程应用中积累经验,总结经验和教训,不断优化和改进超高性能钢筋混凝土的应用技术和方法,以此满足公路桥梁建设的需求。

综上所述,超高性能钢筋混凝土在公路桥梁梁式桥墩中的应用研究具有重要意义和价值,为公路桥梁的安全性和可靠性提供强有力的支持和保障。在今后的研究中,需要继续探索超高性能钢筋混凝土的应用潜力和发展方向,优化和改进其应用技术和方法,不断提高其应用效果和经济效益,为公路桥梁的建设和发展做出更大贡献。

参考文献

- [1] 张玮.公路混凝土梁式桥基于性能的抗震设计研究[D].福州:福州大学,2010.
- [2] 孙振凯,邹其嘉.公路桥梁地震易损性和震后恢复过程研究[C]//中国地震学会第七次学术大会论文摘要集,1998:272.
- [3] 崔玥,李克军.山区高速公路中桥梁结构设计的研究[J].林业科技情报,2005(1):60-61.
- [4] 张俊峰.公路钢筋混凝土涵洞的施工技术研究[J].北方建筑,2023,8(1):63-66.
- [5] 张刚.房屋建筑施工中钢筋混凝土结构施工技术的应用[J].居业,2022(9):52-54.