

超高性能混凝土在桥梁结构中应用研究

霍契机¹ 郑折²

1.中国公路工程咨询集团有限公司(武汉)桥隧分公司 湖北 武汉 430000

2.文华学院城市建设工程学部土木工程系 湖北 武汉 430000

【摘要】：超高性能混凝土(UHPC)是过去三十年中最具有创新性的水泥基工程材料,这种材料具有超高的耐久性和超高的力学性能,比普通的混凝土的抗压强度高出很多。UHPC是耐久性最好的工程材料,具有良好的耐磨、抗爆的性能,特别适用于一些大跨径桥梁的建筑以及高腐蚀环境中的混凝土结构物。目前,超高性能混凝土已经在很多工程中广泛使用,如公路铁路桥梁、大跨径天桥等等。在未来,这种材料也会越来越被广泛地使用。超高性能混凝土的总收缩量与强度成反比,强度越高则收缩量就越小。针对超高性能混凝土的特性,结合在桥梁结构中超高性能混凝土的应用,对影响超高性能混凝土应用的因素进行分析,同时分析了其在桥梁应用中所存在的问题。

【关键词】：超高性能混凝土桥梁限制因素;受力状态;超高性能混凝土

Application of Ultra-High-Performance Concrete in Bridge Structure

Qiji Huo¹, Zhe Zheng²

1.Checsc Bridge & Tunnel Co. Ltd. Wuhan Branch Hubei Wuhan 430000

2.Department of Urban Construction Engineering, Wenhua College Hubei Wuhan 430000

Abstract: Ultra-high-performance concrete (UHPC) is the most innovative cement-based engineering material in the past 30 years. This material has super high durability and super high mechanical properties, much higher than the compressive strength of ordinary concrete. UHPC is the best durable engineering material, with good wear resistance, explosion resistance performance, especially suitable for some large-span bridge buildings and concrete structures in high corrosion environment. At present, ultra-high-performance concrete has been widely used in many projects, such as highway and railway Bridges, large-span overpasses and so on. In the future, this material will also be more and more widely used. The total shrinkage of ultra-high-performance concrete is inversely proportional to the strength, and the higher the strength, the smaller the shrinkage is. Based on the characteristics of ultra-high-performance concrete and the application of ultra-high-performance concrete in bridge structure, the problems existing in bridge application are analyzed.

Keywords: Limit factor of ultra-high-performance concrete bridge; Force state; Super-strong-performance concrete

1 引言

超高性能混凝土具有超高的耐久性和超高的力学性能,是一种水泥基工程材料。早在1931年就建立了堆积密度理论的数学模型,但直到上世纪70年代末,在减水剂技术与产品性能大幅度提高的基础上,才配制出了第一代超高性能混凝土。在过往的研究中,学者们使用不同的配制方法,不同的配置条件,不断对其抗压性能、黏结性能、抗冲击性能和耐久性能等多种性能条件进行探索与完善,使得超高性能混凝土具有超高的耐久性和超高的力学性能。目前,超高性能混凝土的配制、生产、施工等技术都逐渐成熟,在各个领域中得到了一定的应用,主要体现在桥梁、建筑结构、公路路面等工程领域。随着现代对桥梁结构要求的不断增加,在桥梁的宽度和体积增加之后,就不得不考虑强度更高、耐久性更强的材料,进而开始利用超高性能混凝土来建造桥梁。在2006年,中国建造了第一座超高性能混凝土桥梁。之后,2016年建造了一座长度为70.8米,宽度为6.5米的超高性能混凝土跨街天桥。迄今为止,我国已经有超过600座的桥应用了这种材料。由于超高性能混凝土

具有非常好的强度和耐久性能,所以在最初的使用中,大多被应用于核电站和军事领域,在其他领域应用尚未完全展开。本文基于超高性能混凝土所具备的优越的性能条件,对超高性能混凝土在桥梁中的应用展开研究与讨论,从而促进超高性能混凝土在其他领域中能够更广泛的应用。

2 超高性能混凝土应用分析

2.1 桥梁主体结构

超高性能混凝土的出现,使得桥梁建筑的发展实现了一个跨越。科研人员对超高性能混凝土进行了长期的研究与试验,使得超高性能混凝土在桥梁中能够更好地更广泛的应用,从而提高了桥梁结构的耐久性,结构性和跨度。由于超高性能混凝土的高性能,既能保证承载能力提高,又能保证桥梁能够更长期的使用。

在人行桥中使用超高性能混凝土,由于荷载较小,不能充分利用超高性能混凝土,因此应将其应用于荷载大的桥梁。而对于荷载大的桥梁,需要采用薄壁箱形和超高的预应力结合的

方法,来充分发挥超高性能混凝土的效用,降低桥梁自身重量同时使得桥梁的承载力得到了进一步的提高。

2.2 正交异性钢桥面板

随着国内基建的迅速发展,桥梁的总量不断增大,新的桥梁的也在不断地建设中。随着桥梁长时间的使用,就会出现各种问题,对于钢桥而言,长时间的使用会使得钢桥的正交异性钢桥面发生分裂的情况,同时桥面也会频繁地发生损害。根据这种情况,就衍生出将超高性能混凝土应用于钢桥的建设中的需求,使得钢结构与超高性能混凝土结合使用,解决原先频繁出现的问题。此外,铁路钢桥的运行过程中存在着与正交异性钢桥面一样的问题,并且铁路在使用过程中会受到反复作用,所以,将超高性能混凝土应用到铁路钢桥中,同样能够发挥巨大的作用。

2.3 人行道盖板

人行道盖板是桥梁上供行人通行,兼顾工作人员和桥梁检查车通行的通道路面,人行道盖板作为桥梁检查车的移动通道时要承担相应的荷载,需增加其截面高度,自重也将加大。所以为了降低重量,可以采用无配筋的超高性能混凝土作为材料。但是由于施工过程中,薄板容易受到冲击和较大的承载,就会使薄板出现裂缝,所以不配筋的情况下,会有较大的风险。因此,薄板构件可以采用长纤维,利用长纤维材料来代替钢筋,这样不仅能保证人行道盖板的正常使用,还能达到预期的作用效果。

2.4 装配结构后浇带

现阶段中,对于桥梁结构的要求越来越高,也更加严格,配件之间的连接和使用是避免不开的问题。传统的装配工作中,一般都会采用混凝土现浇的形式,这种方法,不仅会增加的工作量,并且由于普通的混凝土粘合性较低,无法与配件充分连接,容易出现裂缝。后浇带是在施工中,为了实现筒支转连续或是装配式桥墩成型设置的相应位置的现浇段落。为了防止现浇钢筋混凝土由于自身收缩不均或者沉降不均的情况下产生裂缝,后浇带的浇筑时间可以选择温度较低时。由于超高性能混凝土能够使配件之间相互粘合得更为牢固,且具有强度越高,收缩越小的特点,因此可以在这过程中,使用超高性能混凝土,利用这种混凝土的性能,减小缝隙,降低混凝土自身收缩的影响。超高性能混凝土的使用,可以提高桥梁在建设过程中的薄弱环节,提高桥梁的耐久性,保证桥梁能够健康有效地运行。

2.5 负弯矩区材料

在钢混组合连续梁负弯区需要承受的较大的拉应力,在原先的桥梁发展与建设过程中,这个问题得不到相应的解决。随着超高性能混凝土的使用,利用超高性能超高的抗压能力和抗拉能力,使得超高性能混凝土在钢混组合中合理运用,从而解

决原先无法解决的问题,使得负弯矩区能够具有更好的抗拉应力的能力,从而提高桥梁结构的耐久性。

3 超高性能混凝土工程限制因素分析

虽然超高性能混凝土具有相当多的优点,且适用于很多领域中,但是目前为止,仍然没有大规模的使用。这种情况的原因是超高性能混凝土在使用时,存在很多限制因素,这些因素的存在,使得超高性能混凝土虽然作用效果很强,但没办法广泛地应用在工程实际中。本文针对超高性能混凝土工程在实际中所存在的限制因素进行分析,为之后超高性能混凝土的使用和发展提供一定的借鉴作用。

3.1 相关规范不完善

超高性能混凝土由于多方面的优势作用,在配比上存在很大的不同,因此,对于超高性能混凝土的规范制度并不完善。对于超高性能混凝土的有关材料、结构、制造的过程等方面的内容都不完善,所以这就使得超高性能混凝土在实际的应用中,无法根据已有的制度规范,进行使用,极大地限制了超高性能混凝土的发展。因此,为了使得超高性能混凝土能够利用自身的超强的性能特点,解决现有的施工中的问题,就需要科研人员们尽快完善有关超高性能混凝土在材料上、结构上、设计上、建造上和验收时的各项制度,为之后超高性能混凝土的应用提供制度上的支持与保障。

3.2 材料制备技术要求高

超高性能混凝土依据最大堆积密度理论使得组成材料能够以最佳的比例进行紧密堆积,在加入活性物质之后,就形成了一种新型的水泥复合材料。其在配制过程中有着极高的要求和条件。第一,对于原材料有着较高的要求,如果选用不符合要求的材料就会直接影响到最终的性能;第二,在配制过程中对于设备的要求较高,必须使用强制式搅拌机,还需要采用特定的搅拌技术,这样才能确保最终形成的超高性能混凝土具有相应的超高性能。所以,对于超高性能混凝土在制备过程中,需要严格的把控,并且按照相应的方法技术进行配置,从而保证制成的超高性能混凝土具有高性能。

3.3 材料造价高

超高性能混凝土在配制过程中,需要加入硅粉、矿粉、水泥等材料,这样才能够保证超高性能混凝土具有超强的抗压性能,还要加入钢纤维,从而保证整体结构的抗拉性能。只有加入这些特殊的材料,才可以保证混凝土材料发挥相应的效用。因此,超高性能混凝土相比普通的混凝土,超高性能混凝土的原材料价格更高,从而致使超高性能混凝土造价高。受限于造价较高,使得超高性能混凝土在使用和发展中受到了极大的限制。

3.4 力学性能不够完全

目前,对于超高性能混凝土的研究中发现,虽然对于超高性能混凝土进行了充分的研究,但是对于超高性能混凝土的材料性能方面并没有一个特定的统一的结果。所以,这就需要在接下来的研究中,统一超高性能混凝土配制的配比问题,统一确定之后,再对其性能问题进行分析。除此之外,对于制成超高性能混凝土的材料性能问题没有充分的资料,对于其抗压性,抗震性这些性能都无法做到充分的了解。所以研究人员应当根据上述所说的问题,进行相应的处理。

4 超高性能混凝土经济性分析

4.1 超高性能混凝土配合比及原材料

超高性能混凝土具有优异的抗冻性和抗渗性。根据现有资料中超强性能混凝土的资料中,发现超强性能混凝土中需要加入2%的钢纤维,还需要加入水泥、硅粉、石英砂、水和减水剂等材料。其中水泥为42.5#普通硅酸盐水泥,硅粉为SiO₂含量高于90%的高活性硅粉,石英砂按照粗细程度分为粗、中、细三种,减水剂的减水率为29%,含固量为31%,钢纤维为特制细圆形镀铜钢纤维,水为普通自来水。在材料的使用中,要确保使用高活性的硅粉,石英砂也应当分为粗、细和中等三种情况进行区分,根据具体情况,选择要使用的类型,还需要选择高强度的镀铜的钢纤维。

4.2 因素化分析

对于配置超高性能混凝土所使用的不同材料,其价格也是

不同的,每吨水泥约550元,每吨硅粉约1800元,每吨石英砂约320元,每吨钢纤维约8000元,每吨水约6元,每吨减水剂约6000元。不同材料对于价格的影响是不同的,其中,对价格影响最大的是钢纤维,而水对整体造价影响较小。所以,为了保证超高性能混凝土配置过程中能够严格控制其造价,就需要合理地控制对于钢纤维的使用量,确保经济和性能作用两个方面都可以达到最好。

5 结语

通过对超高性能混凝土性能、材料等方面的介绍以及对超高性能混凝土在桥面的应用的介绍,来体现超高性能混凝土在桥梁领域的作用和重要性,再通过对限制超高性能混凝土使用的因素以及材料对超高性能混凝土的影响的讨论,主要能够得出以下几点结论:

超高性能混凝土材料的使用,对于桥面、桥面板、负弯矩区等各个方面都有着巨大的作用,在桥面的不同位置中使用超高性能混凝土,可以充分发挥超高性能混凝土超强的耐久性,超强的承受力以及超强的力学性能。

由于目前对于超强性能混凝土的相应规范制度不够完善,使得超高性能混凝土无法在实际中大规模的应用。所以,为了能扩大其应用范围,要对相关制度进行充分的完善,对超高性能混凝土的制备技术要有更规范化的要求;对于造价高的问题,应不断提高材料的生产能力,降低造价;同时,可以根据不同性能的需求对超强性能混凝土的配比进行合理调整,从而优化成本。

参考文献:

- [1] 覃维祖,曹峰.一种超高性能混凝土:活性粉末混凝土[J].工业建筑,1999(4):18-20.
- [2] 季文玉,过民龙,李旺旺.RPC-NC组合梁界面受力性能研究[J].中国铁道科学,2016,37(1):46-52.