

高性能混凝土在道桥建设施工中的应用

赵晓光

安徽开源路桥有限责任公司

DOI: 10.12238/jpm.v4i3.5786

[摘要] 公路作为我国交通运输业的重要基础设施,其施工质量关乎交通运输的安全性,因此,相关施工单位应该提高对公路工程施工质量的重视程度。高性能混凝土结构是市政道路桥路工程结构施工的重要形式,规范化的控制混凝土施工技术,能有效保证市政道路桥路结构的稳定性、安全性。文中着重论述了超高性能混凝土在道桥结构中的应用,进一步研究了超高性能混凝土在桥梁建筑结构中的抗震性、防爆抗冲击性能等,旨在为快速提升我国超高性能混凝土在工程建筑结构中应用水平带来更多参考和启迪。

[关键词] 高性能混凝土;道桥建设;应用

中图分类号: U415 **文献标识码:** A

Application of high-performance concrete in road and bridge construction

Xiao-guang zhao

Anhui Kaiyuan Road and Bridge Co., LTD. Anhui Hefei 230000

[Abstract] As an important infrastructure of China's transportation industry, its construction quality is related to the safety of transportation, therefore, the relevant construction units should improve the attention to the construction quality of highway engineering. High performance concrete structure is an important form of municipal road bridge engineering structure construction. Standardized control concrete construction technology can effectively ensure the stability and safety of municipal road bridge structure. This paper focuses on the application of ultra-high performance concrete in road and bridge structure, and further studies the earthquake resistance and explosion-proof impact resistance of ultra-high performance concrete in bridge building structure, aiming to bring more reference and enlightenment for the application level of ultra-high performance concrete in engineering building structure in China.

[Key words] high-performance concrete; road and bridge construction; application

引言

目前,我国大跨径钢桥面铺装普遍采用柔性铺装方案,如环氧沥青、SMA等,随着使用年限的增加,大部分柔性铺装钢桥出现了壅包、开裂等现象,对桥梁的正常运营造成一定影响。近年来,随着国内新材料的发展,具备高力学性能、耐久性能的超高性能混凝土(简称UHPC)越来越多的被应用到钢桥面的铺装中。探究大跨径钢桥面超高性能混凝土铺装的配比及施工工艺,有利于及时发现实践中存在的问题,促进UH-PC在桥面工程领域的良好发展。

1 高性能混凝土概述

混凝土是一种以水泥为主要胶结材料,结合各种集料、外加剂等而制造形成的价廉物美的建筑材料。与普通混凝土相比,超高性能混凝土(UHPC)具有S受力性能好、抗压强度高、优异的韧性及耐久性等诸多优点。UHPC需要经过原材料的选择、制备生产、浇筑施工以及养护等多个环节后才能具有一定

的工程性能并承担其设计服役功能。UHPC质量是工程结构服役性能的重要保证。因此,从影响混凝土质量的各方面因素对UHPC生产质量进行有效控制具有重要意义。本文针对UHPC的特点,从影响UHPC的原材料因素、生产过程、施工工艺以及养护等各方面讨论UHPC的生产、施工过程及其质量控制。众所周知,实际生产获得的混凝土性质并不是完全均匀、一致的,这种非均匀性主要与以下因素有关:(1)组成材料的性质。UHPC的组成材料比普通混凝土复杂,对原材料的敏感性要高于普通混凝土。(2)施工工艺。混凝土的配料、拌合、运输、浇灌和养护所采用的方法,对UHPC性能也会造成较大影响。例如,投料顺序错误、拌合不均匀、振捣不密实、养护不充分等问题都会对UHPC的质量有不同程度的影响。(3)试验条件。包括试件的制作、养护等都会给混凝土性能带来一定的影响。显然,混凝土质量(性能)的不均匀性是客观存在的。混凝土的质量波动,也可以从混凝土的抗压强度的波动中反映出来。例如,在

工地从同批混凝土中取样制出一批试件,在标准条件下养护至28d后,所测得各试件抗压强度值不会是完全一样的,相应测试值波动的大小,既与混凝土所用的原材料性质及生产施工过程的稳定性有关,又与试块的制作和试验条件控制的好坏有关。

2 高性能混凝土施工技术要点

2.1 施工准备

施工准备工作包括测量放样、原材料准备、轨道及模板布置、设备调试等。在开展摊铺工作前,应先进行桥面清洗,避免杂质、积水等对材料性能和摊铺效果造成不良影响。对于施工缝位置的施工,需要对已完成养护的结构层喷水雾润湿后凿毛处置,以保证新旧摊铺材料的粘结稳固。

2.2 材料配置

首先在材料混合搅拌前,要求严格检测粗骨料、细骨料的含水率,结合材料含水率等情况进行配比优化调整。其次为保证材料配置的规范性,在配置初期阶段,还应做好原材料的称量工作,一般原材料称量使用电子计量设备完成。以市政道路桥梁工程高性能混凝土材料为例,在材料配置及原材料称量中,需严格控制1m³混凝土材料中的水泥372kg,粉煤灰粉和矿渣粉各90kg,硅灰48kg,另外砂、石、水及外加剂的用量需分别控制在730kg、1094kg、132kg和7.8kg。为确保材料配置的精准性,一般对这些材料的用量偏差还有严格要求,如通常骨料的用量偏差不得超过±2%,而拌和用水、外加剂、胶凝材料的用量偏差和需严格控制在±1.0%以内。现代工程建设多使用自动搅拌机进行材料配置,该环节中,将外加剂、矿物掺合料、水泥以及细骨料等材料投入搅拌机后,按照先干搅拌后加水搅拌的方式进行施工,一般各阶段搅拌时间均不低于30s,材料总体的搅拌时间应控制在2~3min。值得注意的是,在夏季施工时,若外界环境温度较高,这还应尽可能地使用冷水进行材料搅拌,确保材料入模时的温度保持在5~30℃。冬季材料搅拌时应注意加水预热,这样能在控制拌合物温度的基础上,预防材料拌和不均匀和过早凝结问题,为后期施工创造有利条件。

2.3 浇筑振捣

其一,城市道路混凝土浇筑施工前,先应重视道路基础设施工环境的控制,要求施工人员做好基层清扫工作,并适当的进行洒水,以此来减少地面杂质,实现混凝土和工程地面之间充分结合;其二,进行市政桥梁混凝土建设时,应重视桥梁模板施工技术要点的控制。一般要求用于市政桥梁工程建设的模板具有较高的刚度,且在重复使用中不会发生变形问题。使用模板前应除去模板表面的锈漆,确保模板规格、尺寸符合设计规范,且模板具有良好的平整度,纵横向接缝较为严密。在使用脱模剂时,应避免使用有色或凝固物的脱模剂,避免对后期混凝土施工质量造成影响;其三,市政道路桥梁混凝土浇筑施工应重视材料浇筑温度的有效控制,确保砼浇筑环境温度保持在5~35℃。其四,市政道路桥梁混凝土浇筑多为大体积混凝土浇筑,在施工中应严格按照分层浇筑的施工要求进行作业,譬如,当采用泵送混凝土浇筑施工模式时,混凝土单层浇筑厚度应控

制在600mm以内,而当使用非泵送混凝土施工方式时,应控制每层混凝土浇筑的厚度控制在400mm以内。混凝土浇筑是适应保证其自由倾落高度小于2m,同时应重视单次浇筑长度控制,一般单次浇筑的长度保持在4m左右。

2.4 人工抹面及表层糙化

浇筑振捣后,应及时用铝合金直尺检测成型后的混凝土平整度。对于存在局部缺陷的部分,可利用人工进行抹面修补,应保证修补后的混凝土表面无明显缺陷。为保证高性能混凝土表面具备较好的抗滑能力,需要通过表面糙化工艺形成糙面,确保面部磨耗层与混凝土层的粘结。采用抛丸工艺将钢丸用旋转的叶轮以一定角度高速喷向混凝土,增加混凝土表面粗糙度的同时还能去除杂质,最后将钢丸和杂质一并分离、回收。

2.5 后期养护作业

在施工时为避免超高性能混凝土水分流失过多,本项目对混凝土及时采取湿养护措施,每隔14d进行均匀的洒水保湿,考虑到施工现场气温较低,还应采取保温措施避免混凝土出现温度裂缝。同时为了使超高性能混凝土具备较强的力学性能及耐久性,在混凝土掺入了较大含量的钢纤维,容易导致人员受伤,在施工过程中尤其应注意人员的安全防护与保障。

3 提高高性能混凝土施工质量的措施

3.1 材料控制

现代工程建设模式下,人们对于市政道路桥梁工程的建设质量提出了较高的要求,要从源头上提升项目建设质量,还行重视施工材料的应用。目前商品混凝土在城市道路桥梁中的应用较多,在混凝土材料应用中,首先应做好水泥原材料的质量控制,如尽可能地使用道路塑化或者疏水硅酸盐水泥,控制硅酸盐水泥的比表面积,确保其比表面积不小于2800cm²/g。存放超过2个月的水泥需作强度实验。市政道路工程混凝土材料骨料选择中,应确保大骨料的密度控制在2000~2800kg/m³,同时应重视骨料清洁度的控制。工程外加剂选用中,应重视外加剂用量控制,避免外加剂使用过多造成商品混凝土表面张力扩大和含气量增加等问题。完成这些原材料质量检查后,按照砂、水泥、碎石的顺序投料,确保配置的混凝土具有良好的和易性、坍落度和流通度。

3.2 制备质量控制

通常的混凝土拌合过程是由机械完成的,一旦人工设置好了,机器就会按照相应的程序完成搅拌过程。然而,由于各种因素的影响,如气候的变化,含水量的变化或是原材料性质的变化等等,有可能导致搅拌后的混凝土拌合物并不总是满足要求,而需要人工进行适当调整。因此,为了获得特定性能的混凝土,应适时检验和调整搅拌系统相应的操作参数(包括搅拌时间以及投料顺序),而对于UHPC的生产,应首先进行必要的试拌和模拟生产,而且在实际生产时应选用熟练的技术人员控制生产过程。一般而言,UHPC生产质量控制的要求包括以下方面:应建立UHPC拌合物生产质量控制的检验方法,特别是在开始生产时,应严格进行拌合物的性能检测,以保持拌合物的均匀性。就目前阶段而言,仍然可采用传统坍落度筒方法,在

UHPC 生产工厂和浇注现场进行 UHPC 拌合物坍落扩展度的测试,这是生产均匀性检验的一个重要指标。除此之外,本项目针对实际工程应用提出了更为有效的拌合物工作性检测方法,需要在 UHPC 拌合物浇注前通过该方法进行拌合物的质量检测,从而更好地控制施工质量。在生产过程,必须对含水量易发生变化的原材料,如骨料的含水量进行严格的监控,这主要是由于单方用水量的变化显著影响 UHPC 拌合物的性能。实际生产实践表明,对于普通混凝土而言,当用水量在 101/m³ 的范围内变化并不会显著影响混凝土的性能,因而实际用水量在该范围内变化是可以接受的;而对于 UHPC 而言,单方用水量允许的波动范围则小得多,单方用水量波动不应超过用水量的 1%。

3.3 施工后质量控制

UHPC 的胶凝材料用量大,水胶比极低,这使得其初始的结构极为致密,这对减少 UHPC 在早期凝结和硬化阶段的水分损失是有利的。UHPC 由于其水胶比极低,水分损失量占体系用水量的比例可能会高于普通混凝土,这将使得早期水分的损失对 UHPC 的水化和性能有着更为显著的影响。因此,成型浇注完成后应及时的覆盖防止水分损失。特别是当 UHPC 的浇注施工处于温度较高的炎热夏天条件时,过高的温度、较低的湿度都将促进 UHPC 拌合物中水分的蒸发,对 UHPC 性能发展不利,在该种情况下 UHPC 出现塑性开裂的风险将会提高,此时应该进行人工加湿处理,并对覆盖程序进行相应的调整。UHPC 应在同条件养护试件的抗压强度达到 20MPa 后方可进行拆模。冬季施工时,应采取保温措施。拆模后,应立即进行保湿养护,养护时间不应少于 7d。针对热养护的 UHPC,其养护阶段分为静停期、升温期、恒温期、降温期和后续标准养护。UHPC 的静停期一般控制在 24h 左右,对于早期水化发展较慢的体系可以根据实际情况可适当延长静停期。升温速度不应大于 12℃/小时,一般需要升温至 70℃,恒温大致 48 小时以上,然后再以不超过 15℃/小时的速率降温至构件表面温度与环境温度之差不大于 20℃ 的温度范围,随后将进行后续的标准养护。

3.4 加强对道路的养护和维修

道路的养护和管理也是后期维护沥青混凝土道路质量的重要环节。在极端恶劣条件下,一定要对道路安全进行监督,对超重超速的车辆限制行驶,禁止超重车辆在道路上行驶,使驾驶员明确道路安全规定和相关法则,并对破损后的路面进行修补,将破损的路面进行封闭,对不平坦路面及时修补,一旦不平坦路面没有得到及时修补,就容易产生积水,进而对沥青混凝土路面造成质量干扰,形成损害。在进行例行混凝土道路养护时,特殊路段一定要设置围栏,防止车辆通过。对每个施工环节认真对待,严格控制施工质量,确保道路安全,延长沥青混凝土道路的使用寿命。

4 高性能混凝土应用场景

4.1 桥梁主体结构

在超高性能混凝土配比成功之前,国内外一大批专家学者纷纷对该材料进行试验研究,如在公路工程的 T 梁结构人行桥主体结构中运用了超高性能混凝土材料,从而有效提高桥梁主

体结构的跨度和耐久性。然而, T 梁结构人行桥主体结构的可承受荷载参数较小,并不能够完全发挥超高性能混凝土的超高抗压强度和优异耐久性,故此在大荷载和高要求的桥梁主体结构中使用超高性能混凝土材料时,大多采取高截面薄壁箱形和超高预应力体系结合的形式,充分发挥超高性能混凝土的性能优势。其中,薄壁箱形和超高预应力体系的联合应用,能充分发挥超高性能混凝土材料的超高抗压强度等优势,不断降低桥梁主体结构自身的质量参数,提高桥梁工程结构可跨越的参数值,完成大跨径桥梁工程结构的建造。

4.2 人行道盖板

人行道盖板作为桥梁建筑工程结构的关键部分,是桥梁结构功能发挥的重要附属设施。利用钢筋混凝土结构形式的盖板,会使得桥梁建筑工程结构的自重大幅度增加,因此,为减少桥梁建筑工程结构的自重参数,降低桥梁结构二期建设的恒载重量,可在其中引入无配筋的超高性能混凝土材料,将其制备为薄板形式的人行道盖板。不过,在上述薄板形式的人行道盖板施工过程中,由于薄板厚度较小,承受冲击荷载的能力较弱,很容易产生裂缝问题,进而导致薄板结构受力体系遭到破坏,最终形成较大的薄板质量损坏问题。

4.3 装配结构后浇带

在传统模式下的装配式结构设计施工中,混凝土现浇湿接缝是常见的接缝处理技术,具有较强的可靠性和较广的使用范围。不过,湿接缝尺寸较大很容易增加现场作业量,进而降低施工进度。同时,普通混凝土与预制构件间连接时的黏结强度参数往往较低,很容易导致两者间的连接部位脱落,出现较大的裂缝。超高性能混凝土材料够借助材料自身的致密性优势,同时借助其较强的力学性能来减小湿接缝的构造尺寸,以此减小现场湿接缝工作量,提高结构的整体性能,亦能在一定程度上缩短工期。

5 结束语

超高性能混凝土较强的环境适应能力、耐久性、粘聚性,能够较好地联结沥青面层与上部结构钢材,实现桥面整体应力的合理过渡,进而避免面层铺装与钢箱梁过早出现破损与疲劳开裂。文章对钢箱梁桥面铺装采取超高性能混凝土的配比以及工程施工要点进行了阐述和分析,相关经验可为同类项目提供参考,希望促进 UHPC 材料在桥梁领域内更广泛的应用。

[参考文献]

- [1]钱雪松.高性能混凝土在道桥工程中的应用[J].城市地理,2015(22): 128.
- [2]张希斌.道桥施工中高性能混凝土的应用研究[J].民营科技,2015(07): 170.
- [3]申井玉.谈高性能混凝土在道桥施工中的应用[J].黑龙江科技信息,2015(17): 221.
- [4]郑建华.论在道桥施工中高性能混凝土的应用[J].科学中国人,2015(11): 66.
- [5]秦建.混凝土技术在道桥施工中的运用[J].民营科技,2015(03): 123.