

隧道桥梁高性能混凝土的性能及施工工艺

邱成刚

中铁三局集团桥隧工程有限公司, 河北 邯郸 056000

[摘要]隧道与桥梁作为核心交通基础设施,在现代交通系统里占据十分关键的地位。为保障其长久的使用寿命和稳定性,高性能混凝土(HPC)作为一类新型建筑材料,普遍用在隧道桥梁的修筑项目。高性能混凝土展现出优异的抗压、抗渗、抗冻、抗裂等特性,可在恶劣的环境情形里面给予有力保障。然而,在隧道与桥梁的施工进程中,怎样保障高性能混凝土品质及施工工艺的合理性,依然是一个需要解决的关键问题,本文通过分析隧道桥梁中高性能混凝土的性能特点,探究了此类高性能混凝土在施工中的应用及面临的主要问题,又给出了针对性的施工策略,期望能为隧道桥梁建设给予技术参考。

[关键词]隧道桥梁;高性能混凝土;性能;施工工艺;问题;策略

DOI: 10.33142/sca.v8i3.15801

中图分类号: U444

文献标识码: A

Performance and Construction Technology of High-performance Concrete for Tunnel Bridges

QIU Chenggang

Bridge and Tunnel Engineering Co., Ltd. of China Railway No.3 Engineering Group, Handan, Hebei, 056000, China

Abstract: Tunnels and bridges, as core transportation infrastructure, play a crucial role in modern transportation systems. To ensure its long-term service life and stability, high-performance concrete (HPC) is widely used as a new type of building material in tunnel and bridge construction projects. High performance concrete exhibits excellent characteristics such as compressive strength, impermeability, frost resistance, and crack resistance, providing strong protection in harsh environmental conditions. However, in the construction process of tunnels and bridges, how to ensure the quality of high-performance concrete and the rationality of construction technology is still a key issue that needs to be solved. This article analyzes the performance characteristics of high-performance concrete in tunnels and bridges, explores the application and main problems faced by such high-performance concrete in construction, and provides targeted construction strategies, hoping to provide technical reference for tunnel and bridge construction.

Keywords: tunnel bridges; high performance concrete; performance; construction technology; problems; strategy

引言

随着社会经济迅猛发展,隧道桥梁的建设在基础设施建设过程中展现出愈发关键的意义。尤其是在城市交通、铁路以及高速公路项目相关建设等方面,隧道和桥梁作为交通枢纽的关键组成部分,承载着大量的交通流量与重量负荷。为保障隧道桥梁长期使用阶段的稳定与安全,运用高性能混凝土(HPC)逐步成为营造这些结构体的首选。高性能混凝土是一种具有卓越耐久性和力学性能的混凝土,可适应极端环境里的应用要求,如防止裂缝出现、增强抗冻及抗渗能力等。

1 高性能混凝土在隧道桥梁中的优势和需求

高性能混凝土(HPC)在隧道桥梁建设的实际操作当中优势明显,是满足现代建筑结构高耐久性和高强度实际需求的材料。作为交通基础设施一部分的隧道桥梁,往往处在复杂且苛刻的环境中,诸如湿润的地下水环境、极端的气候状况、化学侵蚀问题等,这些因素都对建筑材料的耐久性提出更高要求。高性能混凝土凭借其突出的物理与化学性能,在隧道桥梁的搭建中,可切实提升工程的安全性及使用寿命。高性能混凝土的抗压强度及抗渗性能比普通混凝土更突出。若隧道桥梁对承载能力要求处于较高额

度区间,HPC可给出更有力的结构支撑,维护桥梁安全性。此外,HPC的密实性较好,能够显著阻挡水分及其他有害物质的渗透,防止腐蚀性物质渗透进入,由此延长结构的持久度^[1]。

高性能混凝土有着较好的抗冻、抗裂性,极其适宜寒冷地区或频繁经受冻融循环作用的隧道桥梁工程。其良好的抗冻性能令混凝土在低温环境下不易破裂,避免了结构因温差改变引发的损害。随着环保与绿色发展理念的兴起,HPC也可契合绿色建筑的需求。其良好的耐久性减轻了资源耗用及频繁维护的需要,减轻了对环境施加的负担水平,从而符合现代建筑对于节能、环保与可持续发展的要求^[2]。

2 高性能混凝土施工中面临的挑战

2.1 原材料质量不稳定

高性能混凝土的性能一般为原材料质量所牵涉,特别是在水泥、骨料和外加剂等基础材料范畴内,质量不稳定现象普遍,原材料质量欠佳或未达规定也许会造成混凝土的强度、耐久性和工作性无法满足设计要求^[3]。水泥的类型与质量直接关联着混凝土水化反应的态势及其后期强度的形成,而骨料的粒径、形状和洁净度关乎混凝土的和易性、密实性的一定改变。倘若骨料的含泥量大大超标,

抑或水泥跟骨料的配比不够合理,极易造成混凝土的表层形成裂纹或引发其他毛病,危及该混凝土长期使用性能。此外,外加剂的质量和对比对混凝土的抗渗、抗冻、抗硫酸盐腐蚀等特性起着重大作用效果,因此保障高性能混凝土施工的原材料质量稳定是保证施工质量的依托。

2.2 施工工艺不规范

高性能混凝土的施工工艺表现出相对高的要求,若施工过程中存在操作不当或不恰当的施工做法,会直接影响混凝土的综合质量水平。高性能混凝土鉴于其显示较高水胶灰比、较低水泥占比等现象,要求施工中切实管控配合比例,保证混和一致。然而,在实际施工期间,一些工地往往由于施工人员经验未充足、设备老化已破损或现场管理有缺陷,导致混凝土搅拌不均匀、振捣不充足等现象。此些问题会引起混凝土的密实度不足,由此降低其强度和耐久性。另外,在浇筑工作开展阶段,若未在恰当时开展温控措施,尤其在滚烫的日子里,水分蒸发的速度迅猛,大抵会引发混凝土表面开裂,影响混凝土的整体特性弱化。因此,施工工艺的规范恰当度是高性能混凝土施工中的一个关键挑战。

2.3 环境温湿度控制难度

高性能混凝土的建设及维护对环境温湿度提出较严格的准则。温度过高或过低、湿度不稳定现象都会影响混凝土的凝固时间、强度增长及最终质量。在炎热环境里,水分消散过急,混凝土也许会出现早期裂缝麻烦,特别是在引起浇筑后的前期养护阶段,造成其强度跟耐久性减弱。另一方面,若处于寒冷环境混凝土的水化反应或许被抑,硬化阶段滞缓,或许会出现冻结现象,引起强度大幅下滑,尤其是冬季矿山施工的时候,一般应当采用加热设备和保温措施,以让混凝土在恰当温度范围里完成硬化,因此,在施工现场恰当预判和管控环境条件,进而实现上佳施工和养护成效,是高性能混凝土施工中的又一难点。

2.4 施工人员技术水平参差不齐

高性能混凝土施工体现出的技术含量较高,和传统混凝土施工的操作实施方式不一样。此要求施工人员对材料的特性、混凝土性能要求、施工工艺达到较高的把控水平^[3]。然而,实际情形里,部分施工单位也许存在技术人员配置不足或培训未有效推进情况,导致施工人员对高性能混凝土施工的理解和运用意义存在差距。例如,某些操作工可能不熟悉混凝土配合比的调整、搅拌机的运用以及怎样按不同工况优化施工手段,引起施工过程中的偏差或差错,这就干扰混凝土的最终成效。因此,增进高性能混凝土施工人员的技术培训质量,加紧其专业水平,已成为增进施工进度、处理施工困扰的关键手段。

2.5 质量控制和检测难度大

高性能混凝土鉴于其特定的配合比和性能要求,质量控制、检测工作所面临的难度颇高。施工实施阶段,混凝土

的配合比、搅拌时间、浇筑及养护过程都应严格稽查,还需要精准的检测手段来保障各项参数符合要求。例如,混凝土的流动性、密实性、强度等指标均需借助现场即刻检测以保证其质量。高性能混凝土鉴于掺入了多式样特殊外加剂,而且其配合比跟性能要求相对复杂。传统的检测方法往往没办法在短时间内完整、精准地反映出混凝土的实际性能。例如,以往的抗压强度测试需等待较长的固化周期才能有检验结论,此情况在需要快速反馈的施工转换中显然无法满足实际过渡。此外,普遍的检测手段如混凝土的流动性、饱满度等,经由目视检查和标准实验途径也许会有有一定差错或不及时,无法完整体现混凝土的内在质量格局,与此同时保障质量控制流程高效准确对施工质量提升意义重大,质量控制不仅要借助高端的技术层面,还得构建严密的质量管理体系,定期对施工过程进行核查与反馈,及时排查并处理施工中的问题,保证高性能混凝土的指标切实符合设计要求。凭借综合运用现代检测技术跟科学的质量管控办法,可以极大提高混凝土施工的精准水平,对质量风险降低,保障项目的平稳实施。

3 隧道桥梁高性能混凝土的功用及施工作业工艺

3.1 高性能混凝土的性能

高性能混凝土(HPC)是具有优异的力学性能、耐久性能和可施工性的混凝土,其主要特性包括高强度、高密实性、杰出的耐久性与抗渗能力。对比起普通混凝土,高性能混凝土的最大优势为它能适应极端环境状态以及复杂施工要求,尤其适合应用到隧道、桥梁等结构建设。高性能混凝土的高强度赋予其承受更大载荷能力,由此可应用在承载力要求较高的隧道和桥梁工程。通过优化水泥、骨料及外加剂的配合比例,HPC可在较低水胶比的情境下实现较高强度,这使得混凝土结构愈发紧密,可有效抵御外界侵蚀^[4]。

高性能混凝土(HPC)鉴于其呈现出的优异耐久性,在隧道和桥梁等基础设施建设方面大量应用,尤其在抗腐蚀、抗冻以及抗渗透等方面表现出色。随着工程环境形势日益复杂,尤其是在水域周边、寒冷地带或污染严重的环境局势里面,传统混凝土一般难以达成长时间使用和高耐久性要求,而HPC依靠其别样的性能长处,在恶劣环境中体现出了突出的长处。像隧道和桥梁等工程一般处于潮湿、化学性的腐蚀情况或盐分较高的环境中,传统混凝土易受水、氯化物、二氧化碳等物质侵蚀,引发钢筋锈蚀、混凝土开裂,因而影响结构的安全性与耐久性。而HPC低水胶比和高密实性有效降低了水与腐蚀性物质的渗透力,极大强化了其抗腐蚀能力。在HPC中,通过优化水泥、矿物掺合料及外加剂的配合,可使混凝土的孔隙结构更加紧密,从而有效隔绝外界有害物质,延缓钢筋的锈蚀进程,确保结构的长期安全与可靠^[5]。

桥梁与隧道往往处在温度变化剧烈的地区,尤其是冬

天,水分进入混凝土内部后易在低温状态下结冰膨胀,造成混凝土裂缝或崩裂。高性能的混凝土有着较低的水胶比,明显降低了水分的占比,降低了冻融循环对混凝土的影响力。同时 HPC 中采用的高效膨胀剂以及引气剂可增强混凝土抗冻性能,令其在极寒环境当中仍能维持较高抗冻性能,阻止冻融循环引发的破坏,增加桥梁与隧道结构的使用寿命。由于这种高密实性,HPC 可切实防止水分及有害物质的渗透,由此提高了混凝土的耐久性。尤其是在类似隧道和桥梁的工程中,水渗透不仅会引起混凝土腐蚀以及结构损坏,还可能引起一系列后续问题,如防水层崩坏、钢筋氧化等,HPC 的抗渗性让其在这些工程中可抵御长期水渗透影响,使结构在湿度高、地下水位也高的环境中维持较长的使用周期。

3.2 隧道桥梁高性能混凝土的施工工艺

高性能混凝土的施工工艺相较于传统混凝土的施工工艺具有更高的要求,施工过程中要对多个环节精准把控,保障高性能混凝土高质量完成。施工工艺里,材料的选择与配比是关键环节。高性能混凝土的配比通常含有水泥、骨料、水以及外加剂等成分,每种成分的选择都应该按照工程要求与环境状况来决定。就实施隧道与桥梁建设而言,选择合适的添加剂可增强混凝土的抗渗性、抗冻性和耐久性。此外,水胶比的把控十分关键,较低的水胶比可提升混凝土的强度与密实性。因此,施工的时候必须严格控制水与水泥比例^[6]。

混凝土搅拌及运输环节同样应格外重视。因为高性能混凝土对流动性的要求偏高,搅拌时应确保所有成分均匀分布,避免出现离析现象。在运输过程中,为避免混凝土出现干缩及凝结,运输时间及距离应把它把控在合理范围。若施工环境距离较远,可能需在运输阶段使用缓凝剂或其他外加剂,以达成延长初凝时间目的,维持施工质量。

在施工现场,混凝土的浇筑与振捣是影响施工质量的另一个关键环节。隧道和桥梁施工时段的环境往往较复杂,狭小的空间以及不规则结构造成混凝土浇筑振捣难度变大。在这类施工环境里,运用适合的机械设备,像振动棒、塔吊这些机械,可让混凝土在各个部位都均匀地实施振捣作业,避免出现气泡、空洞,保证混凝土的紧实度。

高性能混凝土通常需要较长时间养护,以保障该混凝土强度和耐久性。在土建施工中,尤其是在极端炎热或酷寒天气环境里,如同高温或低温环境里面,必须采取有效的养护措施,如覆盖保湿布、喷洒养护液等处理手段。以防止混凝土表面因水分蒸发迅速而引发裂缝。养护实施过程中,温度与湿度的调控也极为关键。尤其是处于隧道和桥梁的特殊环境中,需结合实际情况对养护方案进行调整。高性能混凝土施工工艺对隧道和桥梁建设工作意义重大,

施工操作期间需全面管控材料配比、搅拌、运输、浇筑、振捣以及养护等方面,保证混凝土质量与设计要求相符,以强化结构的耐久性及稳固性。

隧道及桥梁建设工程作为现代基础设施建设的关键部分,其施工质量直接关乎工程的安全性与使用寿命。高性能混凝土作为一种体现新型用途的工程材料,其优异的性能使其在隧道和桥梁建设中得到广泛应用。通过精准运筹高性能混凝土的材料比例、施工工艺以及养护进程,能有效增进混凝土强度、耐久性以及抗渗能力,维持隧道与桥梁结构的长期稳定性与安全性。即便高性能混凝土的施工工艺是复杂的,但随着技术的不断演进和施工经验的积累,其施工难度已逐渐得到解决,未来会为隧道桥梁建设给予更可靠的材料支持和施工后盾^[7]。

4 结语

随着隧道桥梁建设数目不断增多,采用高性能混凝土成为增进隧道桥梁质量与耐久性的重要方式。高性能混凝土体现出卓越的抗压、抗渗等特性,在隧道桥梁施工工作中发挥关键作用。然而,在实际施工进行阶段,因材料、施工工艺、环境等方面显现的复杂性,仍面临不少挑战。通过系统优化材料配比、提升施工技术综合性、强化质量控制力度及采用新策略,可以高效应对这些问题。未来,随着科技进步和施工技术不断推陈出新,预计高性能混凝土在隧道桥梁施工采纳中的应用会更为成熟,为隧道桥梁建设的安全性与耐久性提供可靠保障。

[参考文献]

- [1]张垒,应鹏,朱瑶之,等.超高性能混凝土组合式铺装结构在钢桥面铺装中的应用研究[J].上海公路,2023(4):153-157.
- [2]李飞虎.高架大跨度桥梁施工工艺与技术创新[J].运输经理世界,2023(33):101-103.
- [3]杨斌.相同施工工艺下普通喷射混凝土与高性能喷射混凝土对比研究[J].交通世界,2023(9):25-27.
- [4]吴新印,胡方健,刘兆丰.预制装配式超高性能混凝土(UHPC)桥梁盖梁施工工艺研究[J].中外公路,2022,42(2):138-141.
- [5]郑辉.高性能混凝土在道路桥梁施工中的应用[J].运输经理世界,2021(36):104-106.
- [6]李杰.高性能混凝土在道路桥梁工程施工中的应用[J].交通世界,2021(30):72-73.
- [7]田宏月.隧道桥梁高性能混凝土的性能及施工工艺[J].交通世界,2017(25):74-75.

作者简介:邱成刚(1985.2—),单位名称:中铁三局集团桥隧工程有限公司,毕业学校和专业:大连理工大学土木工程(道桥方向)。