

刍议高性能混凝土在桥梁工程中的运用分析

刘文艳

中铁二十局集团第四工程有限公司

摘要:在桥梁工程的建设实践中,材料的选用具有重要的地位,所以结合具体的设计要求来进行材料的甄选和应用成了桥梁工程实践中必须要重点强调的问题之一。高性能混凝土作为一种优势突出的施工材料,其在桥梁工程中的利用有突出价值,比如提升施工质量、延长桥梁寿命等,不过要发挥高性能混凝土的优势,还需要在施工过程中对高性能混凝土的具体应用,如配比、工艺利用等进行强调。文章在分析高性能混凝土特点和价值的基础上结合具体的施工案例对其在桥梁工程中的应用做分析和讨论,目的是要指导实践工作。

关键词:高性能;混凝土;桥梁工程

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.07.056

随着社会经济的快速发展和交通流量的不断增加,桥梁工程对于建筑材料的要求也越来越高。传统的混凝土材料已经难以满足现代桥梁工程的高性能需求。因此,高性能混凝土作为一种新型的建筑材料,逐渐受到了桥梁工程界的关注和青睐。高性能混凝土具有许多优良的性能,如高强度、高耐久性、高工作性等,这些性能可以有效地提高桥梁工程的安全性、耐久性和稳定性^[1]。在交通流量日益增长的情况下,高性能混凝土的优良性能可以保证桥梁的长期使用,减少维修和更换的频率,从而降低全寿命周期成本。此外,随着环保意识的不断提高,人们对于建筑材料的环保性能也提出了更高的要求。高性能混凝土的制备过程中可以加入废弃物、工业废料等,减少了对自然资源的依赖,同时也降低了对环境的污染。这种环保性能也是高性能混凝土受到桥梁工程界关注的一个重要原因。

一、高性能混凝土的特点和价值

在桥梁工程中要强调高性能混凝土的利用,需要对其的特点和价值进行明确。

结合现阶段的研究进行总结,高性能混凝土的特点是突出的,其主要表现在如下方面:1)高耐久性。高性能混凝土具有很高的耐久性,能够长期承受各种恶劣环境的影响,如酸雨、盐雾、紫外线等。这使得高性能混凝土成为桥梁工程中的理想材料,可以在很长的时间内保持其性能和强度。2)高工作性。高性能混凝土具有很好的工作性,即在施工时具有良好的流动性和可塑性,易于浇注和密实。这不仅可以提高施工效率,还可以减少施工缺陷,提高工程质量。3)高强度^[2]。高性能混凝土具有很高的强度,可以承受很大的荷载和压力。这使得高性能混凝土成为大跨度桥梁和高层建筑的理想材料,可以有效地提高结构的承载能力和稳定性。4)优良的体积稳定性。高性能混凝土具有

很好的体积稳定性,即在长期使用过程中不会出现明显的收缩和开裂现象。这可以保证结构的长期性能和稳定性。

高性能混凝土不仅特点突出,其应用价值也十分显著。结合目前的工程案例做分析,高性能混凝土的应用价值表现在如下方面:1)提高结构的安全性和使用寿命。由于高性能混凝土具有高强度和耐久性,可以减少结构物的断裂和腐蚀现象,从而提高结构的安全性和使用寿命。2)修复和加固老化结构。高性能混凝土可以用于修复和加固老化结构,如老桥梁、老房屋等。通过利用高性能混凝土的优势,可以提高老化结构的承载能力和稳定性,延长其使用寿命。3)水利工程应用。高性能混凝土具有优良的耐久性和抗渗性,可以用于制作护坡、防洪堤坝和地下隔水墙等水利工程项目。这有助于提高水利工程项目的安全性和稳定性。4)经济效益。高性能混凝土的使用寿命长,维护成本低,可以有效地降低工程的总体成本。同时,高性能混凝土的生产技术也在不断进步,生产成本逐渐降低,使得高性能混凝土的经济效益越来越高。

二、高性能混凝土在桥梁工程中的应用

以二十里铺桥为例进行分析,该桥梁为跨河桥梁,主桥为连续梁结构,基于桥梁的设计要求对具体的施工等进行分析,要保证桥梁的性能,需要使用高性能混凝土,尤其是桥梁的桩基需要利用高性能混凝土来增加稳定性。结合桩基的具体施工,高性能混凝土的具体应用如下。

(一) 优化混凝土配比

在高性能混凝土的应用实践中,混凝土配合是非常重要的步骤,在制备高性能混凝土的过程中,配合比的优化是至关重要的环节。这不仅关系到混凝土的基本性能,更是直接影响其在桥梁桩基工程中的长期表现。传统的混凝土配合比设计往往注重单一性能的追求,如强度、工作性等,但高性能混凝土则更注重综合性能的平衡与提升。就工程实践而言,混凝土配比的优化需要考虑如下内容:1)关于高强度。在二十里铺大桥的桩基工程中,高强度的高性能混凝土是确保桥梁结构安全的基础^[3]。配合比的优化主要通过选用优质原材料、严格控制水胶比以及适量掺入高效减水剂来实现。这些措施不仅可以提高混凝土的抗压强度,还能显著提升其抗拉、抗弯等性能,从而增强桥梁结构的整体稳定性。钢筋是增强混凝土性能的重要因素,在此次的桥梁桩基设计中,基于质量控制要求,桩基的钢筋利用执行图一标准。2)高耐久性是高性能混凝土的核心优势之一。在二十里铺大桥的桩基工程中,由于地处河床附近,桩基

长期受到水流冲刷和侵蚀，因此对混凝土的耐久性要求极高。配合比的优化通过引入优质掺合料，如矿渣、粉煤灰等，改善了混凝土的内部结构，提高了其抗渗性能和抗腐蚀性能。同时，这些掺合料还能有效抑制混凝土内部的微裂缝生成，进一步增强了桩基的耐久性。3) 工作性也是高性能混凝土的一个重要指标。在二十里铺大桥桩基工程施工过程中，良好的工作性有助于提高施工效率、降低施工难度并保证施工质量。配合比的优化通过添加适量的高效减水剂，既降低了水胶比、减少了用水量，又保持了混凝土良好的流动性和工作性能。这不仅提高了混凝土的浇筑质量，还有助于实现绿色施工、节能减排的目标。

编号 N	钢筋直径 (mm)	长度 (cm)	根数	单位重 (kg/m)	备注
N1	Φ25	A+42	$\text{INT}[(B-20)/10+0.85]+1$	3.856	A-顺桥向承台宽度
N2	Φ25	B+42	$\text{INT}[(A-20)/10+0.85]+1$	3.856	B-横桥向承台长度
N3	Φ16	A+22	$\text{INT}[(B-20)/12+0.85]+1$	1.578	H-承台高度
N4	Φ16	B+22	$\text{INT}[(A-20)/12+0.85]+1$	1.578	具体尺寸详见 各桥设计图 架立钢筋： 按2.2Kg/m ³
N5	Φ12	B+12	$\{\text{INT}[(H-48)/12+0.85]+1\} \times 2$	0.888	
N6	Φ12	A+12	$\{\text{INT}[(H-48)/12+0.85]+1\} \times 2$	0.888	
N7	Φ12	H+12	$\{\text{INT}[(A-20)/12+0.85]+1\} \times 2$ $+ \{\text{INT}[(B-20)/12+0.85]-1\} \times 2$	0.888	

图1 钢筋尺寸表

除了以上提到的性能提升外，优化后的配合比还进一步增强了混凝土的抗冻融性能和耐磨性能。这些性能的提升为二十里铺大桥桩基工程的耐久性提供了有力保障。特别是在冬季寒冷地区，抗冻融性能的提高能有效降低因冻融循环导致的结构损伤，延长桥梁的使用寿命。而耐磨性能的提升则能增强桩基对车辆载荷和其他外部因素的抵抗能力，降低因磨损导致的结构失效风险。

(二) 严格控制施工过程

在二十里铺大桥桩基工程施工过程中，为了确保高性能混凝土的应用效果，需要对施工过程进行严格的控制，以下是施工过程的控制措施和相关内容。

首先是对桩基的施工工艺进行优化。桩基成孔是整个施工过程中的基础环节，其质量直接关系到后续施工的顺利进行和桥梁的整体稳定性。在二十里铺大桥的施工中采用先进的旋挖钻机进行成孔作业，确保成孔的尺寸、垂直度和深度符合设计要求。同时注重清孔效果，利用高压风将孔内杂物彻底清除干净，保证了高性能混凝土与桩基的黏结力。

其次是在浇筑过程中采用了分层浇筑的方法。由于高性能混凝土具有较高的流动性和较小的水灰比，因此极易在浇筑过程中出现离析和渗水现象。为了解决这一问题，采取分层浇筑的方法，将桩基分为若干层，逐

层进行浇筑。每层浇筑厚度控制在合理范围内，以减小混凝土的流动距离，避免因高度落差过大造成混凝土离析^[4]。分层浇筑还有助于提高混凝土的密实度和均匀性，减少内部空洞和蜂窝等缺陷的产生。此外，通过合理安排浇筑时间，减小了温度对高性能混凝土的影响。在浇筑过程中密切关注天气变化和温度波动，避免在极端温度条件下进行施工。选择适宜的浇筑时段，如温度较为稳定的早晨或傍晚，以减小温度梯度对混凝土的影响。同时，在浇筑过程中采取必要的保温措施，如使用保温材料对混凝土进行覆盖，以减少热量散失和温差引起的开裂风险。

再次，为了确保桩基混凝土的密实度和均匀性，在浇筑过程中采取了一系列质量控制措施。第一是对每车混凝土进行坍落度检测，确保其满足设计要求。第二是在浇筑过程中进行振捣作业，利用振动棒将混凝土振实，排除其中的气泡，提高密实度。同时注重对振捣时间的控制，避免过振或欠振现象的发生。过振会导致混凝土离析，而欠振则会导致混凝土不密实。此外，还定期对混凝土进行抽样检测，对其抗压强度、抗渗性能等关键指标进行检测和分析，以确保混凝土质量符合设计要求。

(三) 养护与检测

为了确保高性能混凝土在二十里铺大桥桩基工程中的有效应用，不仅要关注其施工过程中的质量控制，还特别重视后期的养护与检测工作。科学的养护措施和先进的检测手段是保证高性能混凝土充分发挥其优良性能的关键环节。

首先，浇筑完成后，对桩基进行及时、科学的养护是至关重要的。高性能混凝土由于其特殊的配合比和添加剂，对于养护条件有着更为严格的要求。为了保持混凝土表面的湿润状态可以采用覆盖养护的方法。在混凝土初凝后，立即用塑料薄膜进行覆盖，以防止水分散失。同时，根据混凝土的硬化程度和环境湿度，定期喷洒适量的水，以保持其表面始终处于湿润状态。这样的养护措施可以有效地降低因表面失水引起的干缩裂缝，从而提高桩基混凝土的耐久性和安全性。

其次是在常规的养护措施外采用先进的无损检测技术对桩基进行全面的检测。无损检测技术可以在不破坏混凝土结构的前提下，对其内部缺陷进行准确识别^[5]。在二十里铺大桥桩基工程中主要采用超声波检测技术。通过发射超声波到混凝土中，利用其反射回来的信号，可以检测到混凝土内部的孔洞、裂缝等缺陷。结合数据分析与图像显示可以对桩基的质量状况进行全面的评估。超声波检测技术的应用不仅提高了检测的准确性和可靠性，还具有非破坏性和高效率的优点。通过定期进行无损检测可以及时发现并处理桩基混凝土中的缺陷，确保其质量符合设计要求。这为后续施工提供了可靠的技术支持，避免了因质量隐患而引起安全问题。此外，为了进一步提高检测的精度和可靠性，还引进了

其他先进的无损检测技术，如红外线检测、雷达检测等。这些技术可以相互补充，提供更加全面和准确的信息，为施工质量控制提供强有力的支持。

三、高性能混凝土在桥梁工程中的应用反思

随着科技的不断发展，高性能混凝土在桥梁工程中的应用越来越广泛。作为一种具有优良性能的建筑材料，高性能混凝土在提高桥梁的耐久性、安全性和稳定性方面发挥了重要作用。然而，在实际应用过程中，也出现了一些问题和挑战，需要我们进行深入的反思和探讨。

首先，从技术角度来看，制备高性能混凝土仍然面临着诸多挑战。虽然目前已经拥有相对成熟的制备工艺，但在实际操作中仍然存在一些难以控制的因素，导致高性能混凝土的质量和性能表现不稳定。其中，原材料的质量是影响高性能混凝土性能的关键因素之一。由于高性能混凝土对于原材料的要求较高，因此对于原材料的选择和控制尤为重要。同时，配合比的设计也是影响高性能混凝土性能的重要因素。如何根据工程需求和实际情况，合理设计配合比，提高高性能混凝土的性能表现，是技术研发的重点之一。另外，制备过程中的温度和湿度等环境因素也会对高性能混凝土的性能产生影响。在制备过程中，对于温度和湿度的控制要求较高，需要严格控制环境条件，以确保制备出的高性能混凝土质量稳定可靠。

其次，从施工角度来看，高性能混凝土的施工难度相对较大，需要更高的技术水平和更严格的施工管理。在浇筑、振捣、养护等环节中，任何一个环节的失误都可能影响到高性能混凝土的性能和结构安全。例如，在浇筑过程中，如果浇筑不均匀或者不密实，就会导致高性能混凝土出现蜂窝、麻面等缺陷，影响其耐久性和承载能力。在振捣过程中，如果振捣时间不够或者振捣方式不当，就会导致高性能混凝土内部的气泡不能完全排出，影响其力学性能和耐久性。在养护过程中，如果养护不当，就会导致高性能混凝土出现干缩裂缝等问题，影响其结构安全和使用寿命。因此，需要加强施工人员的培训和管理，提高其技术水平和责任心。在施工前，应对施工人员进行技术教育和安全教育培训，使其充分了解高性能混凝土的特性和施工要求。在施工过程中，应加强质量监督和安全管理，确保每个环节的施工质量都符合要求。同时，还应建立完善的质量保证体系和安全管理体系，确保施工质量的稳定和可靠。

再次，从环保角度来看，高性能混凝土的制备和施工过程中的环境影响是不可忽视的。制备高性能混凝土需要大量的原材料，包括水泥、骨料、水等，这些原材料的开采和加工过程会对环境造成一定的影响，如破坏自然景观、占用土地资源、排放废气废水等。此外，制备高性能混凝土还需要消耗大量的能源，如电力、燃料等，这些能源的开采和使用也会对环境造成负面影响。因此，我们需要加强环保意识，积极推广环保型高性能混凝土。例如，可以利用工业废料和废弃物制备高性能

混凝土，如粉煤灰、矿渣等，这些废弃物不仅可以减少对环境的污染，还可以降低高性能混凝土的生产成本。另外，我们还可以探索使用可再生能源来制备高性能混凝土，如利用太阳能、风能等，这些可再生能源不仅可以减少对环境的破坏，还可以为制备高性能混凝土提供可持续的能源供应。

最后是从经济角度来看，高性能混凝土的成本相对较高，这是由于其制备过程中使用的原材料和制备工艺的要求较高所致。因此，高性能混凝土在桥梁工程中的应用可能会增加整个工程的造价。为了克服这一挑战，我们需要加强高性能混凝土的推广和应用，通过规模化生产和优化设计等方法降低成本，使其更具经济性和竞争力。一方面，规模化生产是降低高性能混凝土成本的有效途径之一。通过提高生产规模，可以降低单位产品的成本，从而提高经济性。同时，规模化生产还可以提高生产效率，缩短生产周期，进一步降低成本。另一方面，优化设计也是降低高性能混凝土成本的重要措施之一。通过合理的结构设计，优化混凝土的配合比和材料选择，可以在保证结构安全性和耐久性的前提下，降低高性能混凝土的成本。同时，设计优化还可以提高施工效率，缩短施工周期，进一步降低工程成本。此外，我们还可以通过加强技术研发和创新，提高高性能混凝土的性能表现和稳定性，使其更具竞争优势。通过不断的技术创新和进步，可以进一步降低高性能混凝土的成本，使其在经济上更具可行性。

结束语：

综上所述，高性能混凝土在桥梁工程中的具体利用是一项比较复杂的系统性工程，所以需要从多个角度对此问题进行分析和研究，这样才能够获得更加全面且对实践工作有帮助的经验和做法。结合目前的工程案例实践进行总结，通过加强技术研发、优化设计、提高施工水平、加强环保意识、降低成本等方面的综合措施，相信高性能混凝土在桥梁工程中的应用将会取得更加显著的成果和发展前景。同时，需要不断加强相关领域的专业人才培养和引进工作，为高性能混凝土在桥梁工程中的广泛应用提供更好的技术支撑和人才保障。

参考文献

- [1] 芦向晶, 袁芬, 赵鹏等. 高性能混凝土在预制装配式桥梁工程中的应用[J]. 混凝土世界, 2023, (09): 68-72.
- [2] 高寅生. 高性能混凝土在道路桥梁工程施工中的应用分析[J]. 中国建筑装饰装修, 2022, (16): 149-151.
- [3] 刘青臣. 高性能混凝土在桥梁工程中的应用[J]. 交通世界, 2021, (34): 137-138.
- [4] 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.
- [5] 赵业荣. 高性能混凝土在道路桥梁工程施工中的应用策略[J]. 砖瓦, 2021, (02): 67-68.