

高性能混凝土在建筑工程中的施工技术研究

谷秋实

新兴际华资产经营管理有限公司 北京 100000

摘要：随着科技的发展和建筑工程的进步，高性能混凝土（HPC）的应用越来越广泛。本文旨在研究高性能混凝土在建筑工程中的施工技术，分析其优势和应用前景，并提出一些建议和展望。本文首先介绍了高性能混凝土的定义、特性和应用，然后重点阐述了其在建筑工程中的施工技术，包括原材料控制、配合比设计、生产、浇筑、养护和拆模等方面的技术要点和难点。

关键词：高性能混凝土；建筑工程中；施工技术

1 高性能混凝土概述

1.1 高性能混凝土的定义

高性能混凝土（High-Performance Concrete，简称HPC）是一种采用常规材料和工艺生产，但性能显著优于普通混凝土的建筑材料。它不仅具备混凝土结构所要求的各项基本力学性能，如抗压、抗折、抗拉等，还特别强调具有高耐久性、高工作性和高体积稳定性。这些特性使得高性能混凝土在严酷环境下能够长期保持其性能稳定，从而显著提高混凝土结构的服役寿命。

1.2 高性能混凝土的特性

高性能混凝土，作为现代建筑技术的杰出代表，以其独特的性能在建筑行业中占据了举足轻重的地位。其核心特性——高耐久性、高工作性和高体积稳定性，为建筑工程提供了前所未有的优势。首先，高耐久性意味着高性能混凝土能够在各种恶劣环境下长时间保持其力学性能和外观完整性。这一特性主要得益于高性能混凝土出色的抗渗、抗冻、抗化学侵蚀和抗碳化能力。这些能力共同作用，使得高性能混凝土在面临水分、化学物质、温度变化等不利因素时，仍能保持其内部结构的稳定性和强度，从而极大地延长了混凝土结构的使用寿命。其次，高工作性使得高性能混凝土在施工过程中表现出良好的流动性、粘聚性和自密实性。这不仅简化了施工流程，减少了振捣等机械作业的需求，还提高了施工效率和质量。高性能混凝土的自密实性更是确保了结构在浇筑过程中无空洞、无蜂窝，从而达到了更高的密实度和均匀性。最后，高体积稳定性是指高性能混凝土在硬化和使用过程中具有较低的干缩率、徐变率和温度变形系数。这一特性对于减少混凝土结构的裂缝和变形至关重要。通过优化配合比和使用高效外加剂等手段，高性能混凝土实现了体积变化的精准控制，有效避免了因干缩、徐变和温度变化引起的结构损伤和破坏^[1]。

2 高性能混凝土的施工技术

2.1 原材料控制

高性能混凝土（HPC）的优越性能很大程度上取决于其原材料的选用与质量控制。在HPC的生产过程中，对水泥、骨料、掺合料以及外加剂等主要原材料进行严格的质量控制是确保混凝土高性能的关键。

2.1.1 水泥

水泥是混凝土中最重要的胶凝材料，其品种、等级和性能直接影响到混凝土的工作性、强度和耐久性。为保证HPC的质量，必须选用符合国家标准和行业标准的优质水泥。在水泥的选用过程中，应注意其矿物组成、细度、碱含量等指标，这些都将对HPC的性能产生显著影响。同时，对进厂的水泥应进行严格的检验，确保其满足设计要求和施工需要。

2.1.2 骨料

骨料在混凝土中占据大量体积，其品质、粒径、级配和含泥量等指标对混凝土的工作性、强度和耐久性有重要影响。对于HPC，应选用强度高、粒形好、级配合理的骨料。此外，还应对骨料中的有害物质进行严格控制，如氯离子含量、碱活性物质等，以防止其对混凝土的性能产生不利影响。

2.1.3 掺合料

掺合料是混凝土中的重要组分，可以显著改善混凝土的性能。常用的掺合料包括粉煤灰、矿渣粉、硅灰等。这些掺合料不仅可以降低混凝土的热裂风险、提高工作性，还能显著提升混凝土的耐久性和抗化学侵蚀能力。在选用掺合料时，应注意其来源、品质和活性，确保其质量和性能稳定。同时，对掺合料的掺量也应进行严格控制，以达到最佳的效果。

2.1.4 外加剂

外加剂是混凝土中的“调味品”，可以在不改变混

凝土基本组成的情况下,显著改善混凝土的性能。对于HPC,常用的外加剂包括减水剂、缓凝剂、引气剂等。这些外加剂可以显著提高混凝土的工作性、减少收缩和徐变、提高耐久性等。在使用外加剂时,应对其进行严格的试验验证,确保其与水泥、骨料等原材料的相容性良好,且对混凝土的性能无负面影响。同时,对外加剂的掺量和加入方式也应进行严格控制,以保证其效果的充分发挥。除了对原材料进行严格的质量控制外,加强原材料的储存和管理也是保证HPC质量和性能稳定的重要措施^[2]。应建立严格的原材料管理制度,确保原材料的进货、验收、储存和使用等环节都得到有效控制。同时,还应定期对库存原材料进行检查和盘点,防止受潮、污染和混淆等现象的发生。

2.2 配合比设计

配合比设计是高性能混凝土(HPC)制备过程中的核心环节,它直接关系到混凝土的工作性能、力学性能和耐久性。一个合理的配合比不仅能够确保混凝土在施工过程中具有良好的工作性,还能够保证硬化后的混凝土达到设计要求的强度和耐久性。在进行配合比设计时,首先需要根据工程要求、环境条件、原材料品质等因素确定混凝土的性能指标。这些指标通常包括强度等级、耐久性指标、工作性要求等。然后,根据这些性能指标,通过试验和调整,确定出水泥、骨料、掺合料和外加剂等原材料的最佳比例。在配合比设计过程中,需要特别注意以下几点:一是要充分利用原材料的性能优势,通过合理的比例搭配,实现混凝土性能的最优化;二是要考虑施工条件的影响,确保混凝土在施工过程中具有良好的流动性和粘聚性,便于施工操作;三是要注重混凝土的体积稳定性,通过控制水灰比、掺加适量外加剂等手段,减少混凝土的干缩和徐变,提高混凝土的抗裂性能。此外,随着科技的不断进步和新型材料的不断涌现,配合比设计也需要不断创新和优化^[3]。例如,采用高性能减水剂、矿物掺合料等新型材料,可以显著提高混凝土的工作性能和耐久性;采用计算机模拟和优化技术,可以实现配合比设计的自动化和智能化,提高设计效率和质量。

2.3 生产

高性能混凝土(HPC)的生产是实现其优越性能的关键步骤,涉及从原材料准备到最终产品运输的多个环节。这一过程的复杂性要求严格的操作规程和质量控制措施,以确保最终产品的均匀性、稳定性和高性能。首先,原材料的质量和准确性是生产高性能混凝土的基石。任何杂质或误差都可能对混凝土的最终性能产生不

利影响。因此,对原材料进行严格的检验和精确的计量是至关重要的。这不仅包括对原材料本身质量的把控,还涉及对其储存和管理的细致规划,以防止任何形式的污染或混淆。其次,搅拌过程是实现原材料均匀混合和混凝土密实性的关键环节。高效的搅拌设备和技术能够确保混凝土在短时间内达到最佳的工作状态,同时避免过度搅拌导致的性能下降。搅拌过程中的控制参数,如搅拌速度和时间,需要根据具体的混凝土配方和施工要求进行精细调整。最后,运输环节同样不容忽视。混凝土在运输过程中可能会出现离析、泌水等现象,这不仅影响混凝土的工作性能,还可能对其力学性能和耐久性产生长期影响。因此,选择合适的运输设备、规划合理的运输路线以及采取必要的保护措施是确保混凝土质量稳定的重要手段。

2.4 浇筑

高性能混凝土的浇筑是一个技术性极强的环节,涉及施工组织设计、浇筑顺序的精心规划、泵送或输送方式的选择,以及施工工艺的细致试验。为确保浇筑过程的顺利进行和混凝土质量的最大化,必须制定详尽的施工组织方案。这一方案不仅应明确浇筑的先后顺序和具体的施工方法,还需充分考虑现场条件、设备能力和人员配置,确保每个环节都能紧密衔接、高效执行。选择合适的泵送或输送方式是确保混凝土连续供应和施工效率的关键。对于大型工程或高层建筑,泵送混凝土通常是首选,因其能实现长距离、高效率的输送。然而,在选择泵送设备时,必须考虑混凝土的流动性、泵送距离、泵送压力以及设备的可靠性等因素。对于较小规模或特殊要求的工程,可能需要采用其他输送方式,如斗车、输送带等,以适应不同的施工需求。施工工艺试验和现场测试是浇筑过程中不可或缺的一环。通过试验和测试,可以验证施工方案的可行性,优化施工参数,及时发现并解决潜在问题,从而确保混凝土的浇筑质量和施工效率^[4]。此外,对混凝土浇筑速度和振捣方式的精确控制也是至关重要的。适当的浇筑速度可以确保混凝土在初凝前完成所有浇筑工作,避免产生不必要的施工缝和冷缝。而合理的振捣方式则能够确保混凝土在模板内充分密实,达到设计要求的强度和耐久性。总之,高性能混凝土的浇筑过程需要精细的规划、严谨的操作和持续的监控,以确保最终结构的整体性和耐久性。

2.5 养护

高性能混凝土的养护是确保其强度和耐久性得以充分发展的关键步骤。由于混凝土在硬化过程中会受到多种因素的影响,如温度、湿度、风速等,因此必须根据

这些因素以及混凝土的具体性能要求来制定一套合理的养护方案。在养护过程中,温度和湿度的控制是至关重要的。适宜的温度和湿度条件可以促进混凝土的水化反应,从而提高其强度和耐久性。因此,需要加强对养护环境的温度和湿度进行实时监控,并根据实际情况进行调整。例如,在高温季节,可以采取覆盖湿布、喷水等措施来降低混凝土表面的温度,防止其出现干裂现象;而在低温季节,则需要采取保温措施,如覆盖塑料薄膜、使用加热设备等,以确保混凝土在足够的温度下进行硬化。除了温度和湿度的控制外,采取必要的防裂措施也是高性能混凝土养护过程中的重要环节。由于混凝土在硬化过程中可能会因收缩而产生裂缝,因此需要采取一系列措施来预防裂缝的产生。例如,可以在混凝土中加入适量的膨胀剂或纤维材料来提高其抗裂性能;同时,在浇筑完成后及时进行刮平、压实等操作也可以有效减少表面裂缝的产生。

最后,对于已经硬化的高性能混凝土表面进行适当的处理也是养护过程中的一项重要工作。这包括清除表面的浮浆、杂物等,以及进行必要的抹平、压光等操作,以提高混凝土表面的平整度和美观度。同时,对于需要特殊处理的表面,如防水、防滑等要求,还需要采取相应的处理措施来满足设计要求。通过合理的养护措施和管理手段,可以有效地提高高性能混凝土的强度和耐久性指标,确保其在使用过程中发挥出最佳的性能表现。因此,在高性能混凝土的施工过程中,必须高度重视养护工作的重要性,并严格按照制定的养护方案进行操作和管理。

2.6 拆模与验收

拆模是高性能混凝土施工中的关键步骤,需要谨慎操作以确保结构的完整性和安全性。在拆模之前,对混凝土的强度和弹性模量进行准确监测和评估是必不可少的。这可以通过非破坏性测试方法,如回弹仪、超声波检测等来实现。只有确保混凝土达到足够的强度,才能进行拆模操作,以防止因过早拆模而导致的结构损伤。制定详细的拆模方案和时间表也是至关重要的。拆模方案应明确拆模的顺序、方法和安全措施,确保在拆模过程中不会对混凝土结构造成损伤。时间表则应根据混

凝土的强度发展情况和施工进度来合理安排,避免因拆模过早或过晚而影响施工质量和进度^[5]。在拆模过程中,加强安全防护措施也是必不可少的。由于拆模操作可能涉及高空作业和重物搬运等危险环节,因此必须采取相应的安全措施,如设置安全网、佩戴安全带、使用起重机械等,以确保施工人员的安全。拆模完成后,对结构进行全面检查和验收工作是确保施工质量的最后一道关卡。验收工作应包括对混凝土结构的尺寸、外观质量、强度等方面进行详细检查,确保其符合设计要求和相关标准规定。对于检查中发现的问题和缺陷,应及时进行整改和修复,直至满足验收标准。通过合理的拆模操作和严格的验收程序,可以有效地保证高性能混凝土结构的整体性和外观质量,为工程的顺利完工和交付使用奠定坚实基础。

结语

随着建筑行业的不断发展,高性能混凝土作为一种优质的建筑材料,在建筑工程中的应用越来越广泛。本文深入研究了高性能混凝土在建筑工程中的施工技术,涵盖了从原材料准备、计量搅拌、运输浇筑,到养护拆模与验收等各个环节的关键技术和注意事项。通过精细的施工组织和科学的工艺控制,可以确保高性能混凝土的性能得以充分发挥,从而提高建筑结构的整体性、耐久性和安全性。

参考文献

- [1]吴艳青,郭中光,张云飞.高强高性能混凝土超高泵送研究进展[J].商品混凝土,2013(06):25-26+49.
- [2]吴明威,刘冬冬,李耀宗,周雷.超高索塔泵送混凝土技术[J].施工技术,2017,46(08):113-116.
- [3]尹新生,杜芹芹,李忠望.高性能混凝土超高泵送技术在超高层建筑中的应用[J].四川建材,2017,43(07):5-6.
- [4]吴德龙,陈建大,杨正宏,沈剑峰.超高泵送混凝土材料性能关键技术研究[J].粉煤灰,2016,28(03):39-42.
- [5]杨建华.超高泵送高性能混凝土配制技术[J].施工技术,2016,45(19):121-123+128.