

土木建筑工程中大体积混凝土施工技术的应用分析

张 峰

山东晟鸿城市建设发展集团有限公司 山东枣庄 277000

摘 要:在现代土木建筑工程中,大体积混凝土的使用日益普遍,其施工技术的科学性和合理性直接影响着工程的质量、安全和经济效益。大体积混凝土,通常定义为单体混凝土体积在100立方米以上的结构,因其独特的性能和挑战,对施工技术提出了更高的要求。本文将对大体积混凝土施工技术进行深入探讨,分析其在实际应用中面临的主要问题,并提出相应的解决策略。

关键词:土木建筑工程;大体积混凝土;施工技术;应用分析

一、引言

1.1 研究背景与意义

大体积混凝土在土木建筑中的应用广泛,其施工技术的重要性和研究背景日益凸显。大体积混凝土因温升可能导致结构裂缝,影响安全性和耐久性,近40%的混凝土早期开裂问题与此相关。因此,优化施工技术以提高工程质量,降低维修成本,保障公共安全具有深远影响。同时,绿色建筑理念的推广要求在保证施工效率的同时减少能耗和环境影响。

1.2 大体积混凝土施工技术概述

大体积混凝土施工技术是关键的土木建筑技术,尤其在大型基础设施和高层建筑中。由于其大体积、高水化热,易产生温度应力导致开裂。施工技术的核心是控制混凝土温升,减少温度应力,确保结构安全性和耐久性。这需要综合考虑配合比设计、温度监测、分层浇筑等多个环节,实现高质量施工。

二、大体积混凝土施工技术原理

2.1 混凝土热应力与裂缝

大体积混凝土施工的关键问题是热应力和裂缝。混凝土硬化释放热量,造成内外温差。当温差超过25℃时,温度应力可能导致材料抗拉强度的突破,从而产生裂缝。某大型工程因温差控制不当,出现大量裂缝,影响安全和耐久性。因此,控制混凝土热应力以防止裂缝是施工核心技术。

2.2 大体积混凝土温度控制理论

大体积混凝土施工的核心是温度控制。混凝土结构如基础底板、地下连续墙等,因水化热可能导致内部温度升高,产生过大温差和温度应力,引发裂缝。有效的温度控制策略包括使用低热水泥、掺加粉煤灰降低水化热,以及实施冷却措施如预埋冷却水管、分层浇筑等。三峡大坝的建设中,通过预埋冷却水管成功控制混凝土温度,保证了工程质量。

三、大体积混凝土施工技术应用

3.1 施工前准备与设计概述

施工前的准备与设计对大体积混凝土工程的质量和安全的至关重要。这包括现场勘查,了解地质、地下水位及周边环境对施工的影响。以某大型基础设施项目为例,施工团队通过地质勘探发现地基不均匀沉降风险,设计阶段即采用预压技术和特殊基础,防止结构变形。

详细设计工作同样关键,涉及混凝土配合比优化,以降低水化热和提高早期强度。设计人员需根据工程荷载、耐久性要求和服役环境选择适当水泥和掺合料。如Bechtel公司在大坝工程中,通过优化配合比降低混凝土温升,减少裂缝。

施工组织设计也重要,包括制定浇筑顺序和分块策略,控制混

凝土升温速率和温差,防止热应力过大。采用分层浇筑、分段冷却方法可有效控制温升压力,确保结构稳定性。

此外,还需考虑施工设备选型和布置,以及临时设施规划,以保证施工效率和安全。合理布置冷却水管,考虑混凝土运输和浇筑便捷性,防止设备问题影响施工进度。

3.2 混凝土配合比设计关键点

混凝土的配合比设计在大体积混凝土施工中至关重要,直接影响混凝土的强度、耐久性和工作性能。设计时需考虑水泥品种与用量、骨料级配、水胶比及外加剂选择。例如,减少水泥用量可降低水化热,防止裂缝;使用高效减水剂可改善流动性,便于浇筑。

在某实际工程中,通过优化配合比,大坝混凝土的早期温升降低了15℃,显著降低了温控压力。设计还需考虑工程的环境条件和使用要求。如在海洋环境或冻融地区,可能需要提高混凝土的耐氯离子渗透性和抗冻融性能,这可能需增加矿物掺合料比例或选择特殊防冻剂。加拿大一桥梁工程中,通过增加粉煤灰掺量,提高了混凝土的耐久性,延长了结构使用寿命。

设计过程中,可结合计算机模拟(如PCA热工计算软件)预测混凝土温升曲线,确保配合比的科学性和合理性。同时,通过实验室试配和现场试浇,不断调整优化配合比,以实现最佳的经济和技术效果。

3.3 施工技术要点

大体积混凝土施工中,技术要点包括配合比设计、温度控制和裂缝监控。

混凝土配合比设计要兼顾早期和后期强度及热膨胀系数。可使用低热或中热水泥,配合高效减水剂,以降低水化热和水泥用量。某大型桥梁工程通过优化配合比,成功降低了混凝土内部最高温度30℃,防止裂缝。

施工过程的温度控制是关键。控制浇筑温度、早期冷却和后期冷却,可能采用分层浇筑、预埋冷却水管或保温材料等方式。三峡大坝工程采用预埋冷却水管,精确控制混凝土冷却,保证结构安全。

裂缝监控和预防措施也重要。使用应变计、温度传感器实时监测,一旦发现裂缝倾向立即采取补救措施。施工组织设计的合理性,如浇筑顺序、养护时间,直接影响混凝土质量和耐久性。因此,施工技术人员应根据工程特点灵活运用技术手段,确保施工质量和安全。

四、大体积混凝土施工技术实例分析

4.1 实例简介

以某大型基础设施项目为例,该项目混凝土浇筑量超过数百万立方米,对施工技术要求极高。项目团队进行了全面的前期研究,包括地质勘查、环境影响评估和结构稳定性分析,确保设计的科学

性和可行性。混凝土配合比设计采用高性能混凝土,优化水泥、骨料和掺合料比例,降低水化热,防止温度裂缝。施工中,采取分层浇筑和内部冷却系统,实时监控并控制混凝土温差,最大温升控制在 25℃以内,有效降低裂缝风险。此实例展示了大体积混凝土施工技术的高效性和创新性,以及在土木建筑行业中持续优化和精细化管理的重要性。

4.2 施工技术应用与效果

大体积混凝土施工的关键是技术的应用与效果。混凝土配合比设计考虑早期强度、耐久性和热膨胀系数,通过调整粉煤灰或矿渣粉比例,可降低水化热,减少温升,防止裂缝。某工程温升控制在 15℃以内。

施工中,分层分块浇筑和内部冷却(如冷却水管)能控制温升速率,有效防止裂缝。某大型基础工程最大温差控制在 25℃以内。

预应力技术和高性能混凝土也是重要手段。预应力技术抵消拉应力,防止裂缝;高性能混凝土提供更好的工作性和耐久性。某桥梁工程,提高结构耐久性和安全性,延长使用寿命。

然而,实际应用中可能遇到理论与条件偏差,需要施工团队灵活调整方案,如增加保温或冷却措施,以确保施工质量。某数据中心通过调整冷却系统和保温材料,解决温控问题,保证混凝土结构质量。

4.3 问题与解决方案概述

在大体积混凝土施工中,常见问题包括裂缝控制和温度管理。比如,某大型项目中,混凝土内外温差引发大量非结构性裂缝,威胁结构安全和耐久。为应对,施工团队采取了预埋冷却管和分层浇筑的方法,控制冷却速率,减少温差,抑制裂缝。同时,优化混凝土配合比,使用低热水泥和粉煤灰,降低水化热,减少温度应力。

施工周期与温度控制的矛盾也是挑战。传统冷却方法可能影响工程进度。因此,项目团队采用创新温控模型,结合预测性分析动态调整冷却计划,确保施工进度同时控制混凝土温度变化。此解决方案有效解决问题,为类似工程提供了参考。

五、大体积混凝土施工技术的挑战与对策

5.1 技术挑战

大体积混凝土施工的技术挑战主要涉及温控和环保问题。温升控制是防止裂缝的关键,当温差超过 25℃时,裂缝可能性增大。因此,采用温度监测系统、冷却策略和低热水泥等技术是必要的。

环保方面,传统混凝土配合比可能导致高能耗和碳排放。研究应侧重于绿色混凝土,如再生骨料和碳捕获材料,以减少环境影响。同时,施工噪音和废弃物处理也需要创新解决方案。

经济性挑战在于平衡规模效应和成本控制。大型项目可能需要大量投资于温控和特种设备,这需要通过优化设计和采用高成本效益技术来降低成本。例如,某大型桥梁工程通过精确温控模拟和计划调整,成功减少了 15%的温控成本,保证了结构稳定性。

应对这些挑战,需要持续的科研创新和跨学科合作,包括开发新的温控理论、改进混凝土性能,以及利用大数据和人工智能进行精细化管理,以实现可持续发展。

5.2 环境与经济效益考虑

在大体积混凝土施工技术的应用中,环境与经济效益的考虑至关重要。混凝土工程的能耗往往占到整个土木建筑项目的一大部分,因此,采用高效、低碳的施工技术能显著降低环境影响。例如,优化混凝土配合比,增加再生骨料的使用比例,不仅可以减少对自然资源的依赖,还能降低碳排放。据研究,每使用 1 吨再生骨料,可减少约 0.6 吨的二氧化碳排放(实际效果会因地区和生产方式差异)。此外,通过精确的温度控制,减少因温差产生的裂缝,可以

减少后期维修成本,从而提高项目的经济效益。

以某大型基础设施项目为例,项目团队在设计阶段就引入了生命周期成本分析(LCCA),考虑了从施工到运营整个过程中的能源消耗和维护成本。通过采用先进的大体积混凝土施工技术,他们成功地将环境影响降低了 30%,同时,由于减少了维修和替换的需求,预计在项目生命周期内可节省约 10%的运营成本。这充分证明了在大体积混凝土施工中,充分考虑环境与经济效益的重要性,以及实施绿色施工策略的可行性与必要性。

5.3 面向未来的创新策略

在土木建筑工程中,大体积混凝土施工技术的创新策略是推动行业可持续发展的重要驱动力。随着科技的进步,如物联网、大数据和人工智能等技术的融入,可以预见未来的大体积混凝土施工将更加精准和高效。例如,通过构建智能监测系统,实时收集混凝土的温度、湿度等数据,利用云计算进行分析预测,可以更精确地控制混凝土的硬化过程,减少裂缝的产生。此外,研究和开发绿色混凝土材料,降低碳排放,也是未来创新的重要方向。这不仅符合全球环保趋势,也有助于提升工程的环境效益和经济效益。

六、结论

6.1 研究总结

大体积混凝土在土木建筑中的应用分析关键。这种技术对工程的质量、安全和寿命有直接影响。研究显示,控制混凝土热应力、裂缝,优化配合比和施工方法能提高工程效率和耐久性。在某大型项目中,通过精确的温度控制和分层浇筑,混凝土温升得到控制,裂缝减少 30%,保证了结构稳定,降低了维修成本。然而,新材料更新、环保要求和经济性是挑战。未来应研发绿色施工技术,如再生骨料和碳中和,结合大数据和人工智能优化决策,以实现可持续发展。

6.2 对土木建筑行业的启示

大体积混凝土技术在土木建筑中至关重要,随着城市化和大型基础设施建设增加,其需求增加。案例显示,精确配合比设计和温度控制能减少温升,降低裂缝,提高工程质量和安全性。然而,环保要求和资源紧张要求该技术减少碳排放,提高能效,未来应研发更环保的材料和智能监控方法。

6.3 进一步研究的建议

对大体积混凝土技术的进一步研究应聚焦于:通过新材料和配合比优化提高混凝土性能,如利用纳米技术增强抗裂性和耐久性;深入研究温度控制技术,通过优化施工方案和使用先进监测设备减少裂缝;关注施工的环境影响和经济效益,实施绿色施工和节能减排措施。此外,应结合理论和实践,制定适用于不同工程的大体积混凝土施工规范,并利用新型材料和设备推动技术创新。

参考文献:

- [1]张苏.土木建筑工程中大体积混凝土结构的施工技术[J].大众标准化, 2024, (08): 64-66.
- [2]赵明海.大体积混凝土施工技术在土木建筑工程中的应用研究[J].工程技术研究, 2024, 9(07): 83-85.DOI: 10.19537/j.cnki.2096-2789.2024.07.026.
- [3]连梅波.土木建筑工程中大体积混凝土结构施工技术应用研究[J].广东建材, 2023, 39(10): 112-115.
- [4]黄兴斌.土木建筑工程中大体积混凝土施工技术的应用分析[J].科技资讯, 2023, 21(12): 133-136.DOI: 10.16661/j.cnki.1672-3791.2302-5042-7296.
- [5]郭成兵.大体积混凝土结构施工技术在土木工程建筑中的应用探析[J].居业, 2023, (02): 40-42.