

建筑工程中混凝土裂缝控制技术研究

王 旺

中国核工业中原建设有限公司华北分公司 天津 300000

摘要：文章对建筑工程混凝土裂缝产生的原因进行了深入的探讨，主要涉及材料特性，施工工艺，环境以及荷载条件等诸多因素。基于此，本文对混凝土裂缝控制技术现状及发展进行了系统阐述，并着重对预防性控制技术和修复性控制技术原理及应用进行了分析。同时对纤维增强混凝土，膨胀剂及减缩剂等新型混凝土裂缝控制技术的应用也进行了详细描述，对其在工程实际应用中发挥的效用进行了分析。另外，从经济效益和社会效应两个方面对混凝土裂缝控制技术进行了综合评价。通过本课题研究，其目的是给混凝土裂缝控制工作提供理论支持及实践指导，促进相关技术创新及发展，继而促进建筑工程整体质量及安全性能的提高。

关键词：混凝土裂缝；成因分析；控制技术

引言

在建筑行业飞速发展的今天，混凝土作为一种主要建筑材料，对各种工程都起到了决定性的影响。但混凝土裂缝一直以来都是工程师们所面临的棘手问题之一。这些裂缝在影响建筑物美观的同时，还会破坏建筑物结构的安全性和耐久性，从而危及人民生命财产安全。在这种情况下，研究混凝土裂缝控制技术具有十分重要的意义。通过对裂缝形成原因进行深入探讨，能够更准确地提出防治及修复策略，以有效降低裂缝生成及扩展。这样既可以促进建筑工程整体质量的提高和使用寿命的增加，又可以一定程度减少后期维护成本，从而达到经济效益和社会效益共赢。为此，本研究旨在对混凝土裂缝控制技术研究现状及实践应用进行系统梳理及分析，希望能够对相关领域研究人员及工程实践者有所帮助。通过本课题研究，希望能促进混凝土裂缝控制技术得到进一步的发展，助力建筑行业健康持续发展。

1 混凝土裂缝产生的原因分析

1.1 混凝土的材料特性和裂缝之间的关系

混凝土，作为一种由水、骨料（沙、石）和水泥混合而成的复合材料，其内部结构和性能受到多种因素的影响。这类材料硬化后形成了一些内部应力，应力大于混凝土抗拉强度后就出现裂缝。混凝土抗拉强度远远小于其抗压强度，使其承受拉应力后更易产生裂缝^[1]。另外，混凝土凝固时会放热，从而引起体积的改变，而这一改变若受外界的限制，还可能产生应力从而诱发裂缝的出现。与此同时，混凝土内部的水在烘干时也会挥发出来，从而使混凝土出现收缩现象，如果对收缩进行限制的话，也一样会出现裂缝。因此，混凝土的各种材料属性，如其成分、机械特性和收缩特性等，都与裂缝生

成有着紧密的联系。

1.2 施工工艺对裂缝的影响

施工工艺也会显著影响混凝土裂缝。在对混凝土进行搅拌，输送，浇筑以及养护等工作时，其中任何一环发生差错都会造成裂缝。如搅拌的不匀将造成混凝土内部应力的不均匀分布而诱发裂缝。浇筑速度过快或过慢、浇筑时振捣不足等均会使混凝土内出现空洞或者应力集中而诱发开裂。另外养护条件对混凝土裂缝状况有直接影响。养护不充分可使混凝土过早失水而出现收缩裂缝，而且过度养护会使混凝土表面出现泛白，起砂等现象，这对混凝土性能及外观一样是不利的。

1.3 由环境和荷载条件引起的开裂问题

混凝土所处环境及其所承载荷载条件对裂缝的发生同样具有重要影响。环境温度、湿度变化可使混凝土热胀冷缩、湿胀干缩而形成应力。当该应力大于混凝土所能承受的范围时就会产生裂缝。尤其在严寒地区冻融循环、炎热地区干热风等极端气候条件下会加重混凝土开裂问题。荷载条件也不能忽略混凝土裂缝。静荷载与动荷载长期作用会使混凝土出现疲劳裂缝。尤其当混凝土受到超载或者冲击荷载时更易开裂。另外，地基不均匀沉降、地震等自然灾害都会造成混凝土结构开裂问题。总之，混凝土裂缝产生原因很多，主要有混凝土材料特性，施工工艺，环境条件及荷载条件。为了有效地对混凝土裂缝进行治理，需要在这几方面采取综合性措施。从优化混凝土配合比，完善施工工艺，强化养护管理，控制环境条件及合理设计结构方面入手，可有效降低混凝土裂缝发生率，增强混凝土结构耐久性与安全性。

2 混凝土裂缝控制技术概述

2.1 预防性控制技术的介绍与应用

预防性控制技术作为混凝土裂缝的主要控制策略,强调裂缝发生前采取措施从根源上降低裂缝发生概率。该技术表现在混凝土选材,配合比设计,施工工艺和结构设计上。在选材方面,预防性控制技术侧重于采用强度较高,耐久性较好,收缩率较小的高性能混凝土材料以有效降低裂缝发生。同时对混凝土配合比进行优化设计可进一步提高混凝土性能并减少开裂风险。从施工工艺上看,预防性控制技术突出了对混凝土搅拌,运输,浇筑及养护过程的严格把控。通过保证混凝土完全振捣,均匀浇筑及适时养护等措施,可减小混凝土内应力及缺陷,进而减小裂缝产生的可能性^[2]。另外预防性控制技术也关注结构设计的优化问题。通过钢筋的合理配置,伸缩缝的设置及预应力技术的应用,可加强混凝土结构整体性与稳定性并提高混凝土结构抗开裂能力。从整体上看,预防性控制技术对控制混凝土裂缝起到了关键作用。其不仅可以从根源上降低裂缝的出现,而且可以提升混凝土结构整体性能及耐久性,对建筑工程安全稳定运行提供了强有力的保障。

2.2 修复性控制技术原理及做法

修复性控制技术就是对混凝土裂缝产生之后进行补救的手段,旨在制止裂缝继续延伸,使混凝土结构恢复完整并发挥使用功能。该技术在很大程度上取决于修复材料选择与修复工艺实现。修复材料选用方面,修复性控制技术强调采用与混凝土性能匹配的修复材料。这类材料不但粘结性好、强度高,而且与混凝土之间形成了紧密结合,有效地填充了裂缝,阻碍了裂缝的延伸。同时修复材料还应具备较好的耐久性及抗老化性能来保证修复效果长期稳定。修复工艺实施过程中,修复性控制技术注重裂缝的彻底清除和润湿,从而保证修复材料和混凝土间良好结合。再根据裂缝宽度与深度选择适当修复方法予以填补与闭合。常用的修补方法有注浆法,表面封闭法,开槽填补法。这几种方法都有其各自的特点,可根据不同的情况进行灵活选用。从整体上看,修复性控制技术对混凝土裂缝的控制起到了无可取代的重要作用。能有效地防止裂缝的延伸与扩散,使混凝土结构恢复完整并发挥使用功能。但必须指出修复性控制技术无法彻底消除裂缝,所以在实践中还要与预防性控制技术相结合来考虑,才能达到最佳裂缝控制效果。

3 新型混凝土裂缝控制技术应用

3.1 纤维增强混凝土的研制和应用

纤维增强混凝土技术是一种新型的混凝土裂缝控制技术,它通过向混凝土中添加纤维材料来增强其抗拉强度和韧性,从而有效减少裂缝的产生和扩展。该技术

充分利用纤维材料高强度,高模量及耐久性好的优点,使混凝土抗裂性能得到显著改善。在实际应用场景中,纤维增强混凝土技术表现出了明显的优越性。一是纤维的掺入能有效地将混凝土内部微裂缝桥接起来,防止裂缝继续延伸,使混凝土耐久性得到改善^[3]。二是纤维分散性好,能在混凝土内部形成均一三维网络结构并强化混凝土整体性能。另外,纤维增强混凝土具有良好的抗冲击、抗疲劳等特性,可以应对复杂多样的载荷条件。在实际应用纤维增强混凝土技术时,必须仔细考虑纤维种类、长度和掺入量等多个因素对混凝土性能产生的影响。目前常见的纤维材料有钢纤维,聚丙烯纤维和碳纤维。这几种纤维材料各有其独特之处,可根据特定的工程需求加以选用。与此同时,还需对纤维掺入方式以及搅拌工艺等方面加以优化,才能保证纤维能够均匀地分布到混凝土当中并发挥其有效功能。纤维增强的混凝土技术在众多的工程项目中都有广泛的应用,例如在桥梁、隧道和水利项目中。经实际工程案例验证可发现,纤维增强混凝土对降低裂缝,提高工程质量及延长使用寿命有明显效果。展望未来,随着纤维材料和制造技术的持续进步,纤维增强混凝土技术在控制混凝土裂缝方面将扮演更为关键的角色。

3.2 膨胀剂与减缩剂在裂缝控制中的效用

膨胀剂和减缩剂作为一种新型材料,近年来被广泛地应用于混凝土的裂缝控制中。它们通过调整混凝土内部的应力状况和收缩特性,成功地降低了裂缝的形成和扩散。膨胀剂是能使混凝土产生膨胀应力的化学添加剂,具有广泛的用途。混凝土硬化时膨胀剂与水化产物发生化学反应产生膨胀性物质以充填混凝土内孔隙及微裂缝以增强其密实性及抗裂性能。使用膨胀剂能有效地弥补混凝土收缩并降低收缩裂缝。减缩剂是一种化学添加剂,其主要功能是减少混凝土的收缩率。其通过改变混凝土内水分迁移及蒸发过程来降低混凝土干燥时收缩应力以避免产生收缩裂缝^[4]。使用减缩剂可显著改善混凝土体积稳定性及耐久性。在实践中,膨胀剂及减缩剂等材料的选用及使用需结合具体工程情况及混凝土性能要求等因素加以考虑。同时膨胀剂及减缩剂掺加量,搅拌工艺及养护条件对效果有一定影响。所以在使用过程中需经过足够的测试与验证才能保证其有效性与可靠性。膨胀剂和减缩剂对混凝土裂缝的控制已显示出广泛的应用前景。展望未来,随着新型材料研发和制造技术的持续进步,膨胀剂和减缩剂在混凝土工程中的角色将变得越来越重要,这将为提高混凝土结构的耐久性和安全性提供强有力的保障。

4 混凝土裂缝控制技术经济和社会效应研究

4.1 经济效益分析

混凝土裂缝控制技术具有节约施工期间费用和降低使用期间养护两大经济效益。施工期间,利用先进混凝土裂缝控制技术能够有效降低由于裂缝问题而造成返工及修补工作的发生,进而节省了大量人力物力成本。例如,采用纤维增强混凝土的方法能够增强混凝土的抗裂能力,降低裂缝的形成,并减少修复裂缝所需的附加费用^[5]。另外,膨胀剂、减缩剂及其他新型材料的使用还能有效地减少混凝土收缩、开裂现象,从而进一步降低了建设成本。应用中混凝土裂缝控制技术也能带来明显经济效益。裂缝是导致混凝土结构耐久性降低和使用寿命减少的主要因素之一,因此,控制裂缝的产生可以延长混凝土结构的使用寿命,减少维修和更换所需的费用。同时裂缝的出现也会对混凝土结构外观及使用功能造成影响,对裂缝进行控制能够改善混凝土结构美观性及使用舒适性以提高市场价值。从整体上看,混凝土裂缝控制技术经济效益优势显著。既可以降低施工期间的造价,又可以降低使用期间的维护费用,对建筑工程可持续发展起到了强有力的支撑作用。

4.2 社会效应

混凝土裂缝控制技术的社会效应主要体现在工程质量、安全和可持续发展三个方面。一是混凝土裂缝控制技术能显著地改善工程质量。裂缝作为影响混凝土结构耐久性及使用寿命的关键因素,对其产生进行控制能够有效地促进混凝土结构整体性能及使用寿命的提高。对确保人民群众生命财产安全,提升建筑工程质量水平,有着十分重要的作用。二是混凝土裂缝控制技术有利于促进工程的安全。裂缝的出现不仅影响混凝土结构外观及使用功能,而且也会造成安全隐患。如裂缝会引起钢筋锈蚀和混凝土剥落,从而影响结构稳定。通过对裂缝产生进行控制,能够有效地规避上述安全隐患,确保人们生命财产安全。最后指出了混凝土裂缝控制技术对推

动建筑工程可持续发展的重要性。在全球资源日益短缺以及人们环境保护意识不断增强的背景下,建筑工程可持续发展已经成为了该产业的一个重要发展趋势。混凝土裂缝控制技术是通过改善混凝土结构耐久性及使用寿命来降低由于修复及替换而造成的资源浪费及环境污染,与可持续发展理念相契合。与此同时,混凝土裂缝控制新技术的开发与应用还促进了相关行业的发展与革新,对建筑工程可持续发展起到了强有力的支撑作用。

5 结语

在深入分析了混凝土裂缝形成原因并对其控制技术进行了系统研究后,本论文得到了如下结论,混凝土裂缝存在的问题是复杂多变的,但是采用科学的防治和修复策略可以有效地降低裂缝的出现和延伸。纤维增强混凝土,膨胀剂及减缩剂等新型混凝土裂缝控制技术的使用为工程实践提供更为有效的解决途径。这些技术在增强混凝土结构耐久性的同时也减少维护成本,经济和社会效应显著。展望未来,混凝土裂缝控制技术将朝着更加智能化、环保化的方向发展。随着新材料、新工艺的不断涌现,裂缝控制技术将更加精准、高效。同时,随着人们对工程安全与环境保护的日益重视,裂缝控制技术也将在保障工程质量与推动可持续发展方面发挥更加重要的作用。

参考文献

- [1]王鹏辉,许琼鸽.大体积混凝土裂缝控制技术在建筑工程中的应用[J].建筑结构,2022,52(S2):1015-1018.
- [2]温东北,李强,曾胜等.混凝土浇筑过程中温度裂缝控制技术研究[J].新型建筑材料,2022,49(10):55-58.
- [3]黄添彬,顾跃跃,冉翠玲.建筑施工中混凝土裂缝的控制技术探究[J].建筑科技,2022,6(05):89-90+96.
- [4]杨登奎.房屋建筑工程中大体积混凝土裂缝控制技术[J].江苏建材,2022(04):82-84.
- [5]孙磊.建筑施工中的混凝土裂缝控制技术研究[J].河南科技,2022,41(06):65-68.