

土木工程建筑中混凝土裂缝的施工处理技术分析

董琳琳

山东劳动职业技术学院

摘要: 混凝土裂缝对土木工程建筑结构承载能力影响重大, 必须要控制裂缝的产生与发展, 达到提前预防、及时修复的效果, 保证建筑的整体性和稳定性。论文研究了土木工程建筑中混凝土裂缝的施工处理技术, 在掌握裂缝类型、裂缝成因的基础上, 从原材料选用、施工过程控制、养护管理措施等方面出发, 分析了混凝土施工过程中的裂缝控制技术, 同时, 针对已经出现的裂缝, 采用合适的表面修补、内部修补、局部修补、结构加固等技术措施, 防止裂缝的进一步扩大。

关键词: 土木工程建筑; 混凝土裂缝; 施工处理技术; 混凝土施工

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2024.12.022

引言

在土木工程建筑中, 混凝土裂缝病害比较常见, 尤其是在大体积混凝土工程中, 一旦发生混凝土开裂, 会影响建筑的整体性、功能性, 不同程度削弱结构的强度、刚度、承载力、耐久性, 甚至引发重大安全事故, 所以, 必须提高对混凝土裂缝的重视程度, 明确主要影响因素, 采取科学的预防处理方法, 控制裂缝的产生和发展, 降低混凝土裂缝造成的危害。

一、土木工程建筑中混凝土裂缝类型及成因分析

(一) 裂缝类型

混凝土裂缝是土木工程建筑中常见的问题, 它们可能由多种因素引起, 并且对结构的完整性和耐久性产生影响。裂缝的类型和成因复杂多样, 但大致可以分为非荷载相关裂缝和荷载相关裂缝两大类。

非荷载相关裂缝通常与混凝土的物理性质和环境条件有关。塑性收缩裂缝发生在混凝土浇筑后初期, 当水分蒸发速率超过混凝土表面的水分损失速率时, 表面会形成裂缝。干缩裂缝则是随着水泥水化过程中水分的逐渐丧失而产生的体积缩减现象, 这种缩减受到约束时会导致裂缝的产生。热应力裂缝是由于混凝土在硬化过程中放热, 导致温度不均匀分布, 进而产生内部应力, 当这些应力超过混凝土的抗拉强度时, 便会产生裂缝。碳化收缩裂缝则是由于混凝土中的水泥基质与大气中的二氧化碳反应, 引起体积缩减而产生的裂缝。

荷载相关裂缝则是由于结构受力超过其承载能力所致。直接应力裂缝通常由轴向荷载引起, 当混凝土构件承受的拉力或压力超过其极限强度时, 就会产生裂缝。弯曲应力裂缝则多发生在梁、板等受弯构件中, 当构件的抗弯能力不足以抵抗外部弯矩时, 会在受拉区产生裂缝。剪切应力裂缝则发生在斜向受力较大的情况下, 如深梁或短柱, 当混凝土的抗剪能力不足时, 就会形成斜

向裂缝。

(二) 成因分析

1. 施工因素

施工过程中的不当操作是导致混凝土裂缝产生的常见原因。首先, 在混凝土浇筑时, 如果浇筑速度过快或浇筑不均匀, 可能会导致混凝土内部产生应力集中, 从而形成裂缝。其次, 振捣不足或过度振捣也可能导致混凝土内部产生空洞和裂缝。振捣不足会使混凝土内部存在未充分密实的区域, 而过度振捣则可能使混凝土表面产生龟裂。此外, 养护不当也是导致混凝土裂缝产生的重要原因。例如, 在混凝土初凝后未能及时浇水养护, 或者在养护期间未能保持适宜的温度和湿度, 都可能导致混凝土干缩裂缝的产生。

2. 材料因素

混凝土材料的质量问题也是导致裂缝产生的重要因素。首先, 水泥的质量直接影响混凝土的性能。如果水泥的安定性不良或含有过量的游离氧化钙, 可能导致混凝土体积膨胀, 从而产生裂缝。其次, 骨料的质量也会影响混凝土的性能。如果骨料中含有过多的杂质或有害物质, 或者骨料的级配不合理, 都可能导致混凝土强度降低, 容易产生裂缝。此外, 添加剂的使用也是影响混凝土性能的重要因素。如果添加剂的种类或掺量不当, 可能导致混凝土的流动性、硬化性能和耐久性降低, 从而增加裂缝产生的风险。

3. 环境因素

环境因素对混凝土裂缝的产生也有显著影响。首先, 温度变化是导致混凝土裂缝产生的重要因素。在混凝土硬化过程中, 如果受到外界温度的突然变化, 如寒潮、高温等, 可能导致混凝土内部产生温度应力, 从而产生裂缝。此外, 湿度变化也可能导致混凝土裂缝的产生。例如, 在混凝土硬化初期, 如果受到干燥风的影响, 可能导致混凝土表面失水过快, 产生干缩裂缝。其次, 化学侵蚀也是导致混凝土裂缝产生的原因之一。例如, 在酸性或碱性环境下, 混凝土中的某些成分可能发生化学反应, 导致混凝土体积膨胀或腐蚀, 从而产生裂缝。

4. 设计因素

设计方面的不足也是导致混凝土裂缝产生的原因之一。首先, 结构布局不合理可能导致混凝土受力不均, 从而产生裂缝。例如, 在梁板结构中, 如果板的跨度过大或板的厚度过薄, 可能导致板底产生裂缝。其次, 荷载计算错误或配筋设计不当也可能导致混凝土裂缝的产生。如果荷载计算偏小或配筋率不足, 可能导致混凝土在承受荷载时产生过大的应力, 从而产生裂缝。此外, 在设计中未充分考虑温度应力、干缩应力等因素的影

响,也可能导致混凝土裂缝的产生^[1]。

二、土木工程建筑中混凝土裂缝的施工处理技术

(一) 原料合理利用

水泥品种、等级、用量对水化热反应起着决定性的作用,所以,通过控制水泥的选用,能够从一定程度上预防裂缝。选用水化热较小的水泥品种,比如矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥等,这些类型水泥中含有的熟料矿物相对较少,能够有效延缓初期水化热反应,但并不影响最终混凝土强度,普通硅酸盐水泥和硅酸盐水泥水化热较大,不能用于大体积混凝土施工。混凝土中的集料包括粗集料和细集料,粗集料主要指的是石子,比如碎石、卵石等,采用碎石能够获得更好的黏结效果,有利于控制裂缝,但会增加水泥用量,优先使用自然连续级配粗集料,控制有害杂质含量和最大粒径。细集料主要指的是砂,优先选择质量较好的粗砂、中砂,通过筛选分析法确定粗细程度和颗粒级配,减少有害杂质含量,保证砂的坚固性能够满足要求,根据相关研究表明,选用平均粒径较大的细集料,能够有效减小温升速率,降低混凝土收缩幅度。除了水泥、集料的合理使用,外加剂、掺合料等混合材料的选用也至关重要,通过引气剂、减水剂、泵送剂的使用,能够改变混凝土流变性能,通过缓凝剂的使用,能够调节凝结时间和硬化性能,在外加剂的作用下,能够减少水泥和水的用量,降低水化热反应,对于控制裂缝产生十分有利。同时,控制水泥用量,根据实际施工需求,可以使用一部分混合材料替代水泥,比如,将适量粉煤灰替代水泥,能够产生硅酸盐凝胶,发挥活性作用,提升混凝土和易性,保证结构强度。

(二) 施工过程控制

1. 浇筑方案

在混凝土浇筑过程中,如果构件尺寸过大,采用一次性浇筑的方式会产生较大的温度应力,从而形成温度裂缝,需要调整浇筑方案,可以采用全面分层、分段分层、斜面分层等方式,合理划分施工段和浇筑顺序,科学选择施工时间,降低混凝土内外温差,比如,在寒冷季节施工,可以在中午组织混凝土浇筑,在炎热夏季,可以在夜间组织施工^[2]。

2. 温度控制

控制混凝土的入模温度,能够有效降低混凝土中心部分最高温度,缓解中心与表面温差过大的问题,高温季节混凝土入模温度不能超过30摄氏度,低温季节混凝土入模温度不能低于5摄氏度。在拌制混凝土时,可以通过控制集料及水的温度达到目的,比如,在高温季节施工,将砂石料堆置在阴暗场所,避免阳光暴晒,采用冲水的方式适当降温。在混凝土运输过程中,也要做好温度控制措施,做好计划管理,保持均衡连续供应,防止排队等候时间过长导致温度升高。在混凝土浇筑过程中,可以提前预埋冷却水管,根据温度监测结果,采取通水冷却措施,降低混凝土内部温度,将内外温度差控制在合理范围内。

3. 二次振捣

混凝土振捣效果决定着混凝土密实度,关系到裂缝的产生与发展,所以,要严格控制混凝土振捣质量。根据相关研究表明,采用二次振捣施工技术,能够有效排除多余气泡,提高钢筋与混凝土的黏结效果,增强混凝土抵抗裂缝的能力。准确把握二次振捣时间,与水泥种类、坍落程度、外加剂类别等因素密切相关,通常情况下,在首次振捣混凝土未恢复正常状态时最为合适,如何判断至关重要,将振捣棒缓慢插入混凝土,在拔出过程中能够自动愈合且没有产生空穴,就说明时机合适,如果想要更为精确的掌控二次振捣时间,可以通过测量插入阻力大小做出判断,同时要考虑组织实施时间的充裕性。

(三) 做好养护管理

1. 温度监测

混凝土浇筑施工后,需要控制混凝土内外温差及升温、降温速率,及时准确的获得温度数据成为关键所在,为养护管理工作奠定基础。采取合适的温度监测方式,当温度变化较快时,需要适当增加测量频率,并形成完整的监测记录。为了提高自动化监测水平,可以在混凝土内部合适位置放置传感器,保证传感器性能的稳定性,自动生成实时监测温度曲线,经过与理论值的对比分析,实现科学决策。

2. 主要措施

混凝土养护方法主要包括自然养护、标准养护、加热养护等,其中,自然养护需要在混凝土浇筑完成12小时内,对混凝土覆盖并保湿养护,加热养护主要应用在冬季寒冷天气,能够加快混凝土凝结硬化,标准养护是在温度、湿度合适的水中或潮湿环境中养护。保温防护措施是减少内外温差的有效手段,能够有效控制表面裂缝的产生,起到一定的保护作用,同时要具备保湿效果,经过实践证明,采用湿砂物料层、湿性锯末层、积水式保湿层能够显著提升混凝土表层抗裂性能。模板在一定程度上发挥了保温防护层的作用,如果拆除过早,会导致内外温差变大,可能会产生表面裂缝,所以,要适当延长混凝土拆模时间,拆模后立即采取覆盖保护措施,降低外界环境变化产生的干扰^[3]。

(四) 裂缝修复技术

保证混凝土施工质量,固然能够降低裂缝发生概率,但工程施工受多方面因素影响,可能无法避免裂缝的产生,需要采取有效的裂缝修复技术,及时组织修补工作,防止裂缝的进一步扩大,对于提高混凝土结构的整体抗裂性能非常重要。

1. 表面修补

混凝土裂缝的施工处理技术是确保建筑物安全、延长其使用寿命的关键措施。其中,表面处理技术是一种常见且有效的方法,主要包括封闭技术、贴补技术和涂抹技术等。

封闭技术是通过在裂缝表面涂覆密封材料来阻止水分、气体和其他有害物质进入裂缝内部,从而防止钢筋

锈蚀和进一步的损害扩展。常用的封闭材料包括环氧树脂、聚氨酯和硅酮等高分子聚合物，这些材料具有良好的黏结性、耐候性和柔韧性。施工时，首先要对裂缝进行清洁处理，去除松散物和污染物，然后根据裂缝的宽度和深度选择合适的封闭材料进行填充和密封。

贴补技术则是在裂缝表面粘贴补强材料，以恢复或提高结构的承载能力和整体性。这种方法适用于裂缝宽度较大或结构受力要求较高的情况。常用的贴补材料有碳纤维布、玻璃纤维板和钢板等。碳纤维布因其轻质高强、耐腐蚀性好而被广泛应用。施工过程中，需要对裂缝周围的混凝土表面进行打磨平整，确保贴补材料与混凝土表面紧密接触，然后使用专用树脂将贴补材料粘贴固定。

涂抹技术通常用于微裂缝的处理或作为裂缝处理的辅助措施。这种技术涉及使用水泥基或树脂基的修补砂浆、涂料等材料，直接涂抹于裂缝表面，以改善外观和提供一定的防护作用。涂抹材料应具有良好的黏结性能和相容性，以防止涂层脱落或产生新的裂缝。施工时，应确保涂抹层厚度均匀、平滑，并与周围混凝土表面过渡自然。

2. 局部修补

局部修补法是一种精细且高效的工程方法，专门用于处理混凝土结构中出现的局部裂缝。这种方法的应用，不仅要求技术人员具备专业的知识和技能，更需要在操作中体现出对细节的极致追求和对工艺的尊重。

局部修补法的实施，首先要对裂缝进行详细的观察和评估，确定裂缝的类型、宽度、深度以及发展趋势，为后续修补工作提供准确的数据支持。在此基础上，技术人员会选择合适的修补材料，这些材料通常具有高强度、高黏结性、耐老化等特点，以确保修补后的混凝土结构能够恢复原有的强度和耐久性。

在修补过程中，技术人员会先对裂缝进行清理，去除其中的灰尘、杂物以及松散的混凝土颗粒，确保修补材料能够与混凝土表面形成良好的黏结。然后，使用专业的修补工具将修补材料均匀地填充到裂缝中，确保填充密实，无气泡、无空洞。在修补材料固化后，还需进行养护处理，以提高修补层的强度和耐久性。

3. 内部修补

内部修补技术是混凝土裂缝处理中一种深入而精细的技术，它针对那些宽度较大、深度较深或是影响结构安全的裂缝。这种技术通过向裂缝内部注入特定的修补材料，实现对裂缝的根本性修复，从而恢复结构的整体性和承载能力。

内部修补技术的实施首先需要先对裂缝进行详细的检测和分析，确定裂缝的具体位置、宽度和深度。随后，采用专业的钻孔设备，在裂缝的两端或适当位置钻孔，以建立修补材料的注入通道。这些通道需精确控制，确保修补材料能够均匀分布到裂缝的每一个角落。接着，选择适当的修补材料。这些材料通常具有高流动性、强黏结力和良好的耐久性，能够在裂缝内部形成坚实的填

充体，有效地封闭裂缝，防止水分和有害物质的侵入。通过专用的注入设备，将修补材料以适当的压力和速度注入裂缝内部。完成注入后，对注入孔进行密封处理，防止修补材料流失和外界水分侵入。最后，对修补部位进行养护和监测，确保修补效果达到最佳。

内部修补技术以其深入裂缝内部、实现根本性修复的特点，为混凝土结构的长期安全使用提供了有力保障。在实际应用中，需要根据裂缝的具体情况选择合适的修补材料和方法，确保修补效果达到最佳。同时，施工过程中需严格遵守安全操作规程，确保人员安全和环境保护。

4. 结构加固

当混凝土结构产生大规模裂缝后，采用常规裂缝修补方法已经难以满足保证结构承载力要求，需要采取有效的结构加固措施，以控制裂缝发展。常见的结构加固技术有增大截面法、粘贴钢板法、粘贴纤维法、钢筋钢丝网补强法等，其中，增大截面法主要通过增加结构构件尺寸实现提高承载力的目的，会影响建筑的使用空间，粘贴钢板法对钢材的需求量较大，后期维护要求高，粘贴纤维法需要根据纤维材料特性做好防护措施，钢筋钢丝网补强法充分利用了钢筋、钢丝网、砂浆的组合作用，每种技术方法都有一定的适用性，需要根据实际情况合理选择。

5. 其他技术

除了上述混凝土裂缝修补技术的应用，还可以运用电化学防护法、仿生自愈法等其他修补技术。电化学防护法主要利用电化学作用调整钢筋混凝土中的离子分部状态，包括阴极防护法、碱性复原法、氯盐提取法等，能够有效提高结构周围的pH值，控制因钢筋腐蚀产生的混凝土裂缝。仿生自愈法主要模仿了生物组织创伤修复原理，通过在修补材料中添加特殊物质，当发生混凝土裂缝时会流出特殊液芯纤维，达到闭合裂缝的目的^[4]。

三、结语

综上所述，混凝土裂缝是土木工程建筑常见病害之一，能够破坏结构整体性，降低结构承载力，缩短建筑使用寿命，所以，必须从源头着手，合理设计混凝土配合比，保证混凝土浇筑、振捣、养护等关键环节施工质量，尽可能降低裂缝发生概率。除此之外，还应该控制裂缝影响扩大，根据裂缝特点和发展规律，采取合适的修补处理技术，将损失降到最低。

参考文献

- [1]王铮. 土木工程建筑中混凝土裂缝的施工处理技术分析[J]. 市场调查信息: 综合版, 2022(17): 00153-00155.
- [2]张智远. 土木工程建筑中混凝土裂缝的施工处理技术分析[J]. 中国建筑金属结构, 2021(5): 2.
- [3]赵晋忠. 土木工程建筑中混凝土裂缝的施工处理技术分析[J]. 科技与创新, 2022(9): 4.
- [4]郑旭斐. 建筑工程施工中混凝土裂缝的成因与对策分析[J]. 工程技术研究, 2021, 3(6): 3-4.