

建筑结构施工中的裂缝修复技术分析

赵捷

湖北山水沁建筑工程有限公司 湖北 武汉 430050

【摘要】：建筑结构裂缝是工程施工与使用阶段常见的质量通病，不仅影响建筑外观完整性，更会削弱结构承载力、耐久性与防水性能，严重时还会引发结构安全隐患，威胁建筑使用安全。裂缝的产生受材料特性、施工工艺、环境因素、荷载作用等多重因素影响，不同类型、不同成因的裂缝，其修复技术与管控要点存在显著差异。本文立足建筑结构施工实际，剖析建筑结构裂缝的主要成因与类型分类，详解各类常用裂缝修复技术的适用场景、操作流程与技术要点，探讨裂缝修复施工的质量控制措施，展望裂缝修复技术的发展趋势，旨在为建筑工程裂缝治理提供科学参考，提升建筑结构施工质量，保障建筑结构安全稳定运行，延长建筑使用寿命。

【关键词】：建筑结构；施工裂缝；裂缝成因；修复技术；质量控制

DOI:10.12417/2811-0536.26.07.076

建筑工程是民生及工业发展的基础性设施，在混凝土结构、砌体结构等主要建筑结构施工过程中，裂缝问题时有发生且不可避免，已经成为影响工程建设的重大问题。裂缝的存在不仅会对建筑物外围护系统造成破坏，引起渗水、漏风等情况的发生，而且会给外界水分以及有害物质进入创造条件，加快内部钢筋腐蚀、混凝土碳化速度，不断削弱结构承载能力和刚度，甚至会影响建筑物正常使用功能，严重时还会引发结构安全事故，威胁人民生命财产安全。随着建筑业高质量发展目标提出，对于工程质量及结构安全性的要求也日益提高，准确掌握裂缝产生原因、选择合适的修补方法、严格控制修补过程质量，都是应对建筑结构裂缝的有效措施。因此有必要对建筑结构施工裂缝进行修复的技术研究，改进修补工艺、加强质量管理，从而提高整个项目的整体水平并消除安全隐患具有重要的现实指导作用。

1 建筑结构施工裂缝的成因与类型划分

1.1 建筑结构裂缝的主要成因

建筑物结构裂缝有多种原因引起，在整个施工过程之中主要原因可以分为以下四个方面：第一是材料方面的原因，混凝土水灰比过大、骨料级配不合理，水泥安定性不好或者收缩量过大，或者是砌体材料强度不够或者吸水率过高都会造成材料本身的稳定性不足，在硬化以及使用过程中容易出现裂缝。第二是施工方面的原因，模板支撑不稳定、拆除过早，混凝土振捣不密实、养护不到位，钢筋布置及保护层厚度偏差，砌体砂浆饱满度低、组砌错误，外加施工荷载控

制不当、工序衔接混乱等都可能引起结构裂缝。第三是环境因素的影响，在施工期间温度湿度变化较大产生温度和干燥收缩应力，再加上冻融交替、化学腐蚀等因素也会导致应力释放而形成裂缝。第四是荷载因素，施工机械、堆放物等临时荷载超重，或是设计荷载与实际情况不符，使结构局部受力过大从而产生受力裂缝^[1]。

1.2 建筑结构裂缝的类型划分

根据产生原因、形状以及危害性不同，施工裂缝分为四大类，各种特征和处理方法各不相同。温度裂缝是由于温度应力造成的，在混凝土梁、板、墙等构件上出现较多，一般是表面微小裂缝，方向杂乱无章，宽度随外界气温升高或降低而变化。收缩裂缝分为混凝土干缩裂缝、砌体干缩裂缝两种类型，在结构表面出现较多，呈细网状或者线条状，一般发生在浇筑养护之后或者是砌体砌筑之后，是因为材料内部水分蒸发引起的。受力裂缝是最危险的一种裂缝，是由外力导致的，在梁底、板跨中、支座等受力较大的地方较为常见，走向与受力方向一致，较宽，对建筑物的安全造成直接威胁。沉降裂缝是由于地基不均匀下沉产生的，在墙体、柱身上斜向贯穿裂缝较多见，在地基尚未稳固之前裂缝还会继续扩大下去，具有很大的破坏力。

2 建筑结构常用裂缝修复技术及应用要点

2.1 表面封闭修复技术

表面封闭法适用于宽度小于 0.2mm、深度较浅、无贯穿性的微小裂缝，特别是表面温度裂缝、干缩裂

缝等常用修补方法, 简便易行、经济实惠, 适合对结构强度影响不大表层裂缝修补, 在修补之前要先将裂缝表面的浮灰、杂质、油渍清除干净, 用钢丝刷或者砂纸打磨平整, 使裂缝部位干净整洁。一般使用环氧树脂胶泥、聚合物水泥砂浆、专用封闭涂料等作为修补材料, 对于细小如发丝般裂缝可以直接涂刷封闭涂料或环氧树脂胶液, 依靠其自身粘接力和密封性能来堵塞裂缝路径。而对于稍微宽一些的浅表裂缝, 则可以沿着裂缝方向开凿一条小沟槽, 清理干净之后灌入聚合物水泥砂浆, 抹平压紧后再次涂刷一层封闭剂, 隔绝外部有害物质进入, 阻止裂缝继续发展下去, 在施工中要注意控制好材料的比例以及涂抹厚度, 确保封闭剂与混凝土基材之间具有良好的结合力, 避免出现起皮、翘边等情况发生^[2]。

2.2 灌浆修复技术

灌浆修补法适用于宽度在 0.2~1.5mm 之间, 较深贯穿裂缝以及受力裂缝、沉降裂缝的修补, 在压力作用下把修补材料注入到裂缝内部进行加固补强, 使结构恢复整体性和强度, 是建筑工程中对结构裂缝处理的主要方法。根据不同的情况分为高压注浆和低压缓注两种方式, 常用的灌浆剂有环氧树脂浆液、水泥基灌浆料、聚氨酯灌浆料等, 而环氧树脂浆液具有较高的粘结力及流动性适用于受力裂缝修补。聚氨酯灌浆料遇水膨胀, 防水效果良好, 一般用于渗水裂缝治理。施工步骤为: 清理裂缝、安装灌浆嘴、封闭裂缝表面、制备浆液、压力灌浆、养护固化, 施工过程中要严格把控好灌浆的压力, 保证浆液能充分填满裂缝空腔, 灌浆结束后待浆液凝固达到要求后卸下灌浆嘴并对表面进行打磨使其平滑, 使得裂缝内部密实无缝隙, 完全修复结构损伤。

2.3 填充嵌缝修复技术

灌缝修补工艺主要是针对宽度大于 1.5mm, 裂缝规则整齐、深浅适中的裂缝进行修复处理, 在砌体结构裂缝以及混凝土结构较大无应力裂缝上应用较多, 利用特制的修补材料对裂缝进行封闭加固。施工程序包括开槽、清渣、灌注、密封养护等过程, 沿着裂缝方向凿出 V 型或者 U 型沟槽, 槽深及槽宽由裂缝大小决定, 将槽内松散物和灰尘清理干净后涂刷底涂液提高粘结强度。然后注入密封胶、聚合物水泥砂浆、沥青麻丝等修补剂, 用专用工具压实抹平使灌注料与沟槽两侧密实贴合不留缝隙、空鼓现象发生。对于防水等级要求较高的屋面、地下空间、外墙裂缝, 在灌注之后还需增加一道防水密封工序, 双保险保证封堵效果防止渗漏的发生同时也满足结构表面平整美观的需

求^[3]。

2.4 结构补强修复技术

结构补强加固技术对于对结构承载能力有影响的受力裂缝、严重沉降裂缝不仅要堵塞裂缝, 还需要提高结构承载能力防止裂缝进一步发展。一般采用的方法有粘贴碳纤维布补强法、粘钢加固法以及增设钢筋网片浇筑混凝土等方法。而其中由于其自身重量轻、强度大、施工方便快捷、抗腐蚀等特点使得粘贴碳纤维布修复技术应用最广, 在施工过程中先打磨裂缝部位混凝土表面使之平滑然后涂刷碳纤维胶再铺设碳纤维布并压实排泡使胶体充分浸透碳纤维布, 固化后形成一个整体补强层从而增强结构抗拉及抗弯强度。粘钢加固主要用于承受较大荷载梁柱构件裂缝修补, 在结构胶的作用下把钢板贴在结构受力面上与原有结构共同工作以达到恢复甚至改善结构承载能力的目的。增设钢筋网片适用于大面积裂缝修补, 绑扎好钢筋网之后进行细石混凝土二次浇注即可完成整个工程^[4]。

2.5 预应力修复技术

预应力加固法适合用于大跨径混凝土结构、重载构件的严重受力裂缝修复, 是一种主动加固方法, 在构件裂缝处布置预应力筋, 利用张拉设备对预应力筋施加预应力, 依靠预应力使裂缝主动闭合, 然后浇筑补偿收缩混凝土或者灌浆锚固, 放松预应力筋之后, 预应力筋仍然会对结构施加压力来抵抗外荷载引起的拉应力, 从根本上避免裂缝再次出现。这种方法加固效果良好、适用范围广, 但是施工过程较为繁琐, 对于施工质量有较高要求, 需要专业的技术人员来进行操作, 适用于大型建筑工程以及工厂车间等重要工程中的裂缝处理。

3 建筑结构裂缝修复施工的质量控制措施

3.1 前期勘察与方案管控

在裂缝修补之前应做全面的调查检测工作, 确定裂缝所在位置、大小、深浅以及走向, 准确判断裂缝产生的原因及种类, 分析裂缝对于结构安全性影响的程度, 防止盲目修补。禁止不做勘察就进行施工, 以免由于修补措施选择错误造成裂缝进一步扩大。根据勘察情况选择合适的修补方法, 制定专门施工方案, 明确所用材料规格型号、施工步骤、工艺参数、检验标准等内容, 在工人进场前做好技术交底工作使工人掌握相关操作要领并进行进场物资检查验收, 查看修补剂强度、粘结力、耐久性等相关性能指标是否符合要求, 不符合要求产品不得进入施工现场^[5]。

3.2 施工过程精细化管控

施工过程是裂缝修补质量控制的关键环节,在施工过程中必须严格按照施工方案和技术要求进行作业。表面封闭施工要保证基层干净、干燥,涂刷均匀,无漏刷、流淌现象。灌浆施工要掌握好灌浆的压力及速度,防止压力过大造成结构的二次损坏或者压力过小导致浆液填充不充分。嵌缝施工要保证凹槽开凿整齐,填缝剂压实到位,密封良好。补强加固施工要把握住打磨、粘贴、张拉等工艺的质量,使补强材料与原有混凝土紧密结合并共同承担荷载作用。同时做好施工现场环境管理,温度较低、空气湿度较大以及雨天禁止施工以免影响到修补材料硬化以及修补效果。

3.3 后期养护与验收管控

修复施工结束之后要进行后期养护工作,在修补材料的基础上确定好养护时间和环境条件,防止过早受力或者外力撞击造成对修复效果的影响。环氧树脂类材料的养护时间不低于七天,水泥基材料需要洒水保湿养护,在养护期内禁止在修复部位施加荷载。养护期满以后做质量检验,用裂缝观测仪观察裂缝是否闭合,查看修复部位是否有空鼓、脱落、渗水现象发生,在受力裂缝修复的地方可以进行加载实验以及强度测试来判断修复的效果如何,验收通过才能投入使用。同时做好修复台账,记载裂缝情况、修复方法、施工过程等信息供日后维护检查参考^[6]。

4 建筑结构裂缝修复技术发展趋势

伴随着建筑科技以及新型材料的发展,建筑物结构裂缝修补技术正向着智能化、绿色化、高效化、长效化的方向发展。新型修补材料层出不穷,高强韧性、自修复、抗腐蚀的纳米复合材料、生物基修补材料开

始应用,在此基础上利用微生物自身新陈代谢产物对裂缝进行自我填补从而达到结构自愈的效果,大大提高了修补持久度。智能化修补方式逐渐推广开来,借助物联网及传感设备可以及时掌握裂缝变化情况并做到提前预报和准确修补,取代以往人工检查方法。绿色环保型修补工艺得到广泛运用,低污染、低能耗、可重复使用的修补技术和产品符合建筑业节能减排需求。与此同时整体式修补技术日趋完善,把裂缝封闭、加固补强、防渗防锈等功能结合起来,一次作业多种防护,提高工作效率及综合效果。将来,裂缝修补技术会更加重视精细化、预防性的处理措施,由事后修补变为事前防范,进一步改善建筑工程质量和安全性能。

5 结语

建筑结构施工裂缝是一个不容小觑的质量问题,它有多种原因、各种形式,在处理上要以“准确判断、对症下药、严格把关、长久防治”为指导思想。对于不同类型以及不同严重程度的裂缝,应采取表面封闭法、灌浆修补法、填充嵌缝法、加固补强法、预应力加固法等相应措施进行治理,同时加强前期勘探、中期施工及后期维护全过程的质量控制,才能从根本上消除裂缝危害,使建筑物恢复完整性、强度与耐久性。在实际工程中,还应建立裂缝监测与预警机制,动态跟踪裂缝发展态势,及时规避结构安全隐患。随着建筑业高质量发展的推进,工程技术人员应当深入研究裂缝产生的机理并改进和完善修补工艺,积极应用新技术新材料新工艺,做到既保证修补的效果又兼顾经济效益和社会效益,在源头上杜绝裂缝的发生,从而提高整个建筑工程的整体水平,确保建筑结构安全可靠地工作,延长建筑物的服务年限。

参考文献:

- [1] 常江.建筑工程中混凝土裂缝的施工处理技术研究[J].建设科技,2022(10):114-116.
- [2] 王金福.土木工程中大体积混凝土结构裂缝成因及技术优化[J].四川建材,2022,48(7):184-185.
- [3] 杨三林.土木工程中大体积混凝土结构施工技术[J].中国住宅设施,2023(10):10-12.
- [4] 陈磊.建筑工程主体结构安全性鉴定检测及裂缝修复[J].城市建设理论研究(电子版),2024,(33):179-181.
- [5] 范九英.浅谈建筑工程主体结构的安全检测及裂缝修复[J].城市建设理论研究(电子版),2024,(23):190-192.
- [6] 徐墨然,肖峻峰.基于红外热像的建筑结构裂缝监测技术及其应用[J].科技创新与应用,2024,14(24):185-188.