

混凝土结构裂缝检测鉴定与修复处理新技术

许前进

陕西省建筑科学研究院有限公司 陕西 西安 710008

摘要: 混凝土结构裂缝问题严重影响建筑质量与安全。本文先阐述了裂缝类型与成因,包括塑性、温度、干缩等裂缝及材料、施工、环境等因素影响。接着介绍了裂缝鉴定方法与标准,涵盖鉴定内容、宏观观测、仪器测量及国内外标准差异。最后重点论述了裂缝修复处理新技术,如表面、局部、灌浆修复,结构补强及仿生自愈合技术,为混凝土结构裂缝检测鉴定与修复提供参考。

关键词: 混凝土结构裂缝;检测鉴定;修复处理新技术

引言:混凝土结构在建筑工程中应用广泛,然而裂缝问题较为常见。裂缝不仅影响建筑外观,更会降低结构承载能力、耐久性及安全性,给建筑使用带来隐患。准确检测鉴定裂缝类型、成因及严重程度,并采用合适修复技术,对保障建筑工程质量、延长建筑使用寿命意义重大。本文将深入探讨混凝土结构裂缝检测鉴定与修复处理新技术。

1 混凝土结构裂缝类型与成因

1.1 裂缝类型

在混凝土结构中,常见的裂缝类型包括塑性裂缝、温度裂缝、干缩裂缝、不均匀沉降裂缝以及张拉裂缝等。塑性裂缝通常出现在新浇筑的混凝土表面,在其硬化初期由于表面水分迅速蒸发导致。这种裂缝往往呈现为细小且不规则的形态,多发生在表面层,是由于混凝土内部和外部水分蒸发速率不同引起的。温度裂缝源于混凝土内部和外部温差的变化。当混凝土内部热量无法及时散发,而外部受到环境温度影响时,内外温差会导致混凝土产生应力,从而形成裂缝。这类裂缝可能贯穿整个结构厚度,严重时甚至会影响结构的整体稳定性。干缩裂缝是由混凝土在干燥过程中体积收缩造成的。随着水分的逐渐流失,混凝土体积减小,但由于受到周围约束力的影响,内部会产生拉应力,最终导致裂缝的出现。干缩裂缝一般较为细长,沿混凝土构件长度方向分布。不均匀沉降裂缝主要由地基承载能力差异引起。当地基下方土壤性质不一致或存在软弱层时,建筑物各部分下沉速度不同,造成上部结构受力不均,进而引发裂缝。此类裂缝常表现为倾斜或阶梯状,严重影响建筑的安全性能。张拉裂缝则是因为混凝土承受拉力超过其抗拉强度而形成的^[1]。混凝土本身抗压能力强但抗拉能力弱,一旦受到过度拉伸作用,很容易开裂。这类裂缝通常出现在梁板等受弯构件的底部或者侧面,呈线性分布。

1.2 裂缝成因

材料因素对混凝土裂缝有着直接影响。水泥品种的选择至关重要,不同类型的水泥水化热及硬化速度存在差异,选用不当可能导致温度裂缝或塑性裂缝。骨料质量同样不可忽视,若骨料含有过多杂质或颗粒级配不合理,则会削弱混凝土整体性能,增加裂缝风险。外加剂的使用虽然能够改善混凝土工作性和耐久性,但如果选择或使用不当,也可能成为裂缝产生的诱因之一。施工因素也是裂缝形成的重要原因。浇筑工艺直接关系到混凝土密实度和平整度,若操作不当容易留下隐患。振捣情况同样关键,良好的振捣可以排除混凝土中的空气和多余水分,提高密实度;反之则可能导致孔隙率增大,降低结构强度。养护条件对防止早期裂缝尤为重要,适当的湿度和温度有助于控制混凝土的水化反应过程,避免因过快失水而产生干缩裂缝。环境因素不容忽视。温度变化频繁地区,昼夜温差大,容易引起温度裂缝。湿度变化也会影响混凝土的干缩特性,特别是在干旱或多风条件下,加速表面水分蒸发,促进干缩裂缝的形成。化学侵蚀方面,某些环境下酸碱物质会对混凝土造成腐蚀,破坏其内部结构,导致裂缝产生。荷载因素同样是裂缝产生的一个关键点。超载会使混凝土结构承受超出设计值的压力,超出其极限承载能力后必然导致裂缝甚至破坏。疲劳荷载指的是长期反复作用的小荷载,虽每次作用力不大,但累积效应下也会使材料疲劳损伤,最终形成裂缝。在设计阶段充分考虑荷载因素,确保结构安全可靠至关重要。通过合理选材、规范施工、优化环境适应性及准确计算荷载,可以有效减少混凝土结构裂缝的发生,保障建筑工程的质量与安全。

2 混凝土结构裂缝鉴定方法与标准

2.1 鉴定内容

明确裂缝部位是混凝土结构裂缝鉴定的重要开端。

裂缝在混凝土结构中的出现位置各有不同,梁体的跨中与支座处、板的板面和板角、柱的侧面等都是常见部位。精准判断裂缝所在位置,对分析其成因意义重大。比如梁跨中裂缝,大概率与结构承受的弯矩过大相关;柱侧面裂缝则可能源于柱所受的偏心压力。裂缝外观形态同样不容忽视。裂缝形状多样,有直线形、曲线形、网状等。直线形裂缝通常较为规则,多由结构受力或温度应力引发;曲线形裂缝暗示结构存在不均匀变形;网状裂缝常见于混凝土收缩或表面温度变化剧烈的情况。裂缝数量也能反映结构状况,较多裂缝意味着结构整体性能受影响。像大面积混凝土楼板上若出现密集裂缝,表明楼板整体性堪忧。裂缝的长度、宽度和深度是衡量其严重程度的关键指标。裂缝长度从几厘米到数米,越长代表结构内部损伤范围越大。较宽裂缝不仅影响外观,还会降低结构防水性能,让外界侵蚀性介质易进入内部。裂缝深度分为表面、浅层和贯穿裂缝,贯穿裂缝危害最大,它切断混凝土内部传力路径,大幅削弱结构承载能力。评估裂缝对结构安全性、适用性和耐久性的影响是鉴定核心^[2]。安全性上,裂缝若致结构受力钢筋外露、锈蚀,或改变结构受力体系,将严重威胁安全,如大跨度桥梁主梁深层裂缝,可能使桥梁在车辆荷载下有坍塌风险。适用性方面,过大裂缝会导致建筑物漏水、门窗变形,影响正常使用,如住宅卫生间楼板裂缝会给下层住户带来漏水困扰。耐久性上,裂缝为空气、水分及有害化学物质进入混凝土内部提供通道,加速钢筋锈蚀和混凝土碳化,缩短结构使用寿命,沿海地区混凝土建筑裂缝处更易受海水侵蚀而加速劣化。

2.2 鉴定方法

宏观观测是鉴定基础。检测人员通过肉眼观察混凝土结构表面,识别裂缝并详细记录其位置、外观形态、数量等信息。为直观展示裂缝分布,需绘制裂缝分布图,精准标注每条裂缝的位置、走向,为后续分析提供清晰指引。结合设计文件、建造记录和维修记录综合分析,可全面了解混凝土结构历史信息。设计文件能提供结构设计荷载、受力特点,助于判断裂缝是否因设计不合理产生。建造记录涵盖混凝土浇筑时间、施工工艺、材料使用情况等,施工中混凝土振捣不密实可能引发裂缝。维修记录反映结构过往问题及处理措施,若曾修补效果不佳,则需重新评估。采用专业仪器测量裂缝宽度、深度等参数可提升鉴定准确性。裂缝宽度测量仪利用光学原理精确测量裂缝宽度。裂缝深度测量中,超声法借助超声波在混凝土中传播遇裂缝反射的特性测定深度;钻孔取芯法虽直观,但属半破损检测,需在结构上

钻孔取芯,通过观察芯样判断裂缝深度,适用于验证超声法测量结果。

2.3 鉴定标准

混凝土结构裂缝鉴定领域有众多行业及国际常用标准。国内建筑行业标准对不同类型混凝土结构的裂缝控制有明确规定,针对一般工业与民用建筑的钢筋混凝土结构,依据裂缝所处部位和结构功能要求,对裂缝宽度限值作出规定。国际上,美国混凝土协会(ACI)标准在全球建筑领域影响力广泛。不同标准在裂缝严重程度划分和处理建议上存在差异。严重程度划分方面,部分标准侧重裂缝宽度,依宽度大小直接划分等级;有些标准则综合考虑裂缝宽度、深度、长度及结构类型等因素。处理建议上,小裂缝有的标准建议表面封闭处理,如涂抹环氧树脂胶;较严重裂缝可能要求压力灌浆修补,甚至对结构进行加固处理。这些差异源于不同国家和地区的建筑技术水平、经济发展状况及建筑环境特点。了解标准差异,有助于在实际鉴定工作中,依据项目所处地区、建筑类型等合理选择适用标准,保障混凝土结构裂缝鉴定的科学性与准确性,为结构后续处理和维修提供可靠依据。

3 混凝土结构裂缝修复处理新技术

3.1 表面修复技术

表面修复技术用于处理混凝土结构表面的细微裂缝。压实抹平是针对表面浅而细的裂缝,通过人工或机械方式对裂缝周边混凝土进行压实,使裂缝闭合^[3]。该方法适用于裂缝宽度极窄且对结构强度影响较小的情况,优点是操作简便、成本低,但仅能改善外观,对结构性提升有限。施工时需确保压实工具贴合裂缝,力度均匀。涂抹环氧粘结剂,将环氧树脂等粘结剂涂抹在裂缝表面。它适用于宽度较窄、深度较浅的裂缝,能有效封闭裂缝,防止水分和有害介质侵入。其优点是粘结性强、防水性好,缺点是耐候性一般。施工要点在于确保混凝土表面清洁干燥,粘结剂涂抹均匀。喷涂水泥砂浆或细石混凝土,是在混凝土表面喷涂一层新的材料。适用于大面积表面裂缝修复,可增强表面强度和耐久性。优点是施工速度快,能改善结构外观和一定程度的承载能力;缺点是对施工设备要求较高。施工时需控制好喷涂压力和材料配合比。

3.2 局部修复技术

充填法是局部修复的一种。材料多选用与原混凝土相容性好的水泥砂浆或树脂砂浆。施工工艺为清理裂缝后,用工具将材料填入裂缝并压实。质量控制关键在于材料的粘结性和填充密实度,确保裂缝填充饱满,无

空洞。预应力法,原理是通过对结构施加预应力,抵消裂缝产生的拉应力,促使裂缝闭合。实施步骤为在结构合适位置安装预应力装置,施加预应力。它能有效提高结构承载能力和抗裂性能,但对施工技术要求高。对结构性能影响显著,可改善结构的受力状态,延长使用寿命。部分凿除重新浇筑混凝土,适用于裂缝严重且影响结构安全的部位。施工流程为凿除裂缝周边损坏的混凝土,清理基层,绑扎钢筋,支模后浇筑新混凝土。注意事项包括新旧混凝土界面处理,确保新混凝土振捣密实,养护到位,以保证新旧混凝土良好结合。

3.3 灌浆修复技术

水泥压力灌浆法,浆液一般由水泥、外加剂和水按一定比例配制。压力控制至关重要,压力过小浆液难以灌入深层裂缝,过大则可能导致混凝土结构破坏。施工要点有裂缝密封处理,防止浆液泄漏,控制灌浆速度和压力,保证浆液均匀填充裂缝。化学灌浆常用的灌浆材料有环氧树脂、聚氨酯等。灌浆工艺根据材料特性和裂缝情况选择,如低压慢灌或高压快灌。效果评估主要看裂缝是否被有效填充,结构防水性和强度是否得到提升。化学灌浆能灌注细微裂缝,粘结强度高,但材料成本较高。

3.4 结构补强技术

增加钢筋、加厚板、外包钢筋混凝土、外包钢等方式,均为从结构外部增强混凝土结构性能。增加钢筋可提高结构抗拉能力;加厚板能提升结构承载能力;外包钢筋混凝土和外包钢可增强结构整体强度和稳定性。这些方法适用于结构承载能力不足且裂缝严重影响安全的情况,优点是效果显著,缺点是施工复杂、对原结构有一定扰动^[4]。粘贴钢板技术,原理是通过粘结剂将钢板粘贴在混凝土结构表面,与原结构协同受力。应用于受弯、受拉构件的补强,优点是施工简便、不显著增加结构自重,缺点是长期使用可能出现粘结失效问题。预应

力补强体系,对结构施加预应力,提高结构承载能力和抗裂性,适用于大型结构和对结构性能要求高的工程,优点是效果持久,缺点是施工技术难度大。

3.5 仿生自愈合技术

仿生自愈合技术模仿生物组织自愈合机制,在混凝土中添加特殊组分实现裂缝自我修复。其原理是当混凝土出现裂缝时,内部特殊组分与周围环境发生反应,生成胶凝物质填充裂缝。实现方式主要依靠含粘结剂的液芯纤维或胶囊。在混凝土搅拌过程中,将这些液芯纤维或胶囊均匀混入。当裂缝产生,液芯纤维或胶囊破裂,释放粘结剂修复裂缝。该技术发展前景广阔,有望大幅提高混凝土结构耐久性,减少后期维护成本。但目前面临挑战,如特殊组分与混凝土的相容性问题,以及自愈合效果的稳定性和可重复性有待进一步提高。

结束语

混凝土结构裂缝检测鉴定与修复处理,是保障建筑质量与安全的关键环节。通过对裂缝类型与成因的深入分析,采用科学的鉴定方法与标准,结合多种修复新技术,能够有效应对不同类型和程度的裂缝问题。仿生自愈合技术等新兴技术的发展,为解决裂缝问题提供了新的思路 and 方向。未来,需进一步加强相关技术研究与实践应用,不断提升混凝土结构裂缝处理水平,推动建筑行业可持续发展。

参考文献

- [1]徐泽.建筑结构检测鉴定方法要点分析[J].大众标准化,2023(03):180-182.
- [2]谢新宏.混凝土结构裂缝检测及裂缝产生原因分析[J].居舍,2023,(31):58-61.
- [3]张燕军.混凝土结构检测鉴定及裂缝成因与防治研究[J].房地产世界,2023,(17):115-117.
- [4]张德芳.混凝土结构裂缝的成因检测及分析[J].建筑技术开发,2021,48(14):135-137.