

土木工程建筑中混凝土裂缝的施工处理技术标准讨论

文 / 王迎春 陕西省汉中市勉县建设工程质量监督中心

摘要：混凝土因自身特性及施工因素易开裂，影响结构安全，故需规范处理技术。本文针对土木工程中混凝土裂缝问题，探讨施工处理技术标准。分析裂缝类型（荷载、温度、收缩等）与成因，介绍外观检查、超声检测等评估方法，阐述表面处理、填充、灌浆等处理技术，并通过桥梁工程案例说明结构补强应用。研究表明，按标准施工可保障质量、规范行为、提升效益，未来处理技术将向高效环保智能化发展。

关键词：土木工程；混凝土裂缝；施工处理技术；标准规范

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.19.037

引言

由于混凝土本身所具有的特性（如：抗拉强度低；易开裂，且受温度变化的影响大等），加之混凝土施工过程中不可避免地存在诸多因素对混凝土产生不利作用而引起的各种原因，混凝土裂缝的发生与扩展。不仅破坏了混凝土表面的整体性，降低了构件或整体结构的刚度和稳定性，严重时还会使混凝土中的钢筋发生锈蚀现象而导致严重的安全隐患。因此，加强对混凝土裂缝施工处理技术的标准的研究显得尤为重要。本文将围绕混凝土裂缝的类型、成因、检测、处理技术及标准规范等方面展开详细讨论。

一、混凝土裂缝施工处理技术标准的重要性

（一）保障工程质量

按标准规定的施工处理技术进行施工，可以使裂缝得到妥善地处理，从而使混凝土构件具有符合设计要求的功能，保证工程的质量；比如通过采取相应的结构补强措施来消除或减小荷载裂缝的危害，就能够提高结构的整体刚度及抗裂的能力，并可防止由于这些裂缝而引起的结构破坏事故的发生，以保护工程安全可靠运行。规范施工行为严格按照施工处理技术标准执行各项施工工序与环节（包括裂缝检查评定、处理方案选择以及具体施工工艺），能使整个施工过程有章可循，有利于将以往的任意施工作业转变为自觉遵守规程的行为方式，改变以往的无序混乱局面，从整体上提升工程施工水平^[1]。例如，在处理荷载裂缝时，按照标准规范采用合适的结构补强方法，能够有效提高结构的承载能力，避免因裂缝问题导致结构破坏，从而保障工程的安全性和可靠性。

（二）规范施工行为

施工处理技术标准是指导施工人员进行现场施工作业的标准依据，它规范了整个工程施工过程中各个工序，包括：裂缝检查；确定处理方案及选择适宜的方法和技术措施；具体的施工工艺流程与具体的技术参数指标等等，从而可以有效地避免施工过程中无章可循的现象发生，使施工更加规范化、科学化。比如在灌浆法施工中，《公路桥涵养护规范》中就明确规定了使用该种方法时

应选用何种灌浆料，并对其配置比例进行了严格的规定，同时还明确了其最大允许水灰比值以及灌浆孔布置间距的具体数值范围，这就使得在实际施工中，只要严格按照上述规范执行就能确保灌浆的质量符合设计要求而不会产生诸如漏灌或灌浆不够饱满等情况。

（三）提高经济效益

合理地使用施工缝处理的标准可以防止因为没有正确地处理好裂缝而引起的二次修补以及返修的情况发生，从而节约了不必要的经济支出；并且有效合理地对裂缝进行了处理后可以使混凝土构件的寿命得到很大的提升，并减少了后续的养护与修理的成本开支，进而提高了整个工程项目的效益^[2]。比如有些比较细小的裂缝可以根据规范的要求来采取表面涂抹的方法来进行处理就可以达到想要的效果，这样既符合的实际需求又能节省大量的资金，还能确保工程质量不会受到损害并保持正常运行状态，在以后很长的一段时间内都不需要花费太多的精力去对其进行维护保养的工作。

二、混凝土裂缝的类型与成因分析

（一）荷载裂缝

荷载裂缝由混凝土结构受力或变形所引起，分为：直接应力裂缝：由外荷载所产生的直接应力大于混凝土抗拉极限强度时，该处出现裂纹。次应力裂缝：外荷载除对混凝土施加直接应力外还会在其内部产生二次应力场，当二次应力场中最大主应力小于混凝土抗压极限强度但又超过了抗拉极限强度时，则会出现次应力裂缝。原因分析：人为地增加施工荷载；建筑物投入使用后任意增加载重，改变建筑物用途与使用环境；破坏性试验荷载等。结构设计不正确：构件截面尺寸偏小，配筋数量不够；材料性能差；预埋件位置不当及锚固长度不够等原因都会造成正常工作状态下混凝土结构出现裂缝。

（二）温度裂缝

根据其产生原因和性质不同可分为两类：一是由混凝土内部水化热引起，主要是指由于混凝土中所用水泥发生水化作用放出大量热量使混凝土内部升温，并且这种升温是不均匀的（因为大体积混凝土浇筑后散热很慢），从而使混凝土内部与外部之间存在很大的温度梯

度^[3]。二是由于外界气温的变化或湿度变化造成混凝土的收缩及膨胀。前者称为温度性荷载,后者为湿度性荷载。当温度应力超过混凝土的抗拉强度时,就会产生裂缝。另外,在昼夜温差较大的地区,混凝土结构受环境温度变化影响,反复热胀冷缩,也容易产生温度裂缝。

(三) 收缩裂缝

根据收缩缝形成的原因不同,可将收缩缝分为:塑性收缩缝(或称凝固前收缩)、干燥收缩缝、再生收缩缝及碳化收缩缝。塑性收缩缝是指在混凝土浇筑后未完全硬结以前,在其表层出现的一种微细网状裂纹,这种裂缝多出现在新拌砼初凝前后2~4h内,此阶段混凝土尚属塑性状态,且有较大的自由膨胀能力;但表面已失去流动性,并受模板及其他外力作用限制不能继续流动,同时由于温度降低以及部分游离水分挥发等使混凝土内

外产生拉应力差值,因而沿水平方向呈放射形发展而成。若养护不当,则会加剧干缩的程度,因此也常称为干缩。干燥收缩缝又称干缩缝,是指混凝土在硬化过程中的一个时期里,当混凝土中游离态水不断减少时所引起的裂缝。自生收缩缝又叫自体收缩缝,它主要是由水泥浆体本身的物理性质造成的,即由于水泥与水接触开始进行水化作用时便要放出大量的热能并吸收一定的水分参与水化的化学反应,从而使水泥石的体积增大。但在水泥石结构内部却存在着一些孔隙,这些孔隙包括大孔隙和毛细管孔隙两种形式,它们的存在必然会对水泥石的体积增长造成阻碍,于是就形成了以这些孔隙为中心的空洞区域,这就会使得水泥石各处的膨胀不均匀而导致开裂。碳化收缩裂缝则是由于大气中的二氧化碳与水泥的水化物发生化学反应,导致混凝土收缩变形产生的裂缝。

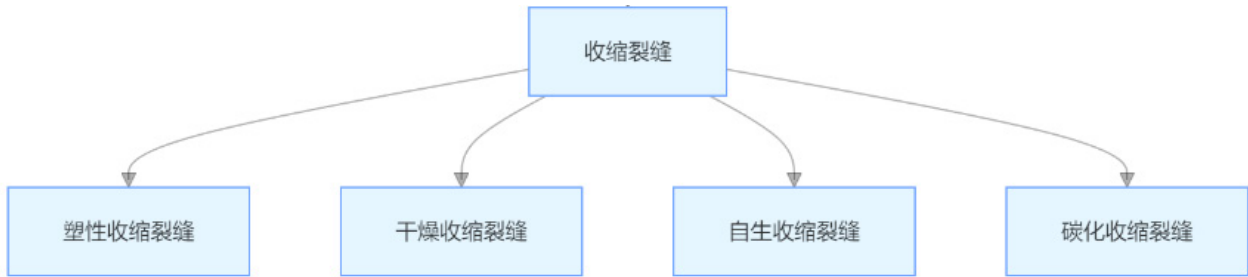


图1 收缩裂缝类型

(四) 其他类型裂缝

除上述几种常见裂缝之外,还有一些其他原因引起的裂缝:由地基不均匀沉降而产生的裂缝;因钢材生锈使截面减小而导致裂缝;以及因为碱基料反应造成混凝土内部膨胀,从而产生的裂缝等。当地基不均匀沉降使得建筑物荷载中心线偏离了基础底面中心位置时,在梁板和墙柱上将形成竖向弯矩,该力是沿着水平方向施加于受压区边缘混凝土上的,因此如果此时所受到的弯矩大于或等于混凝土的抗拉极限,则会在此处出现裂缝。当钢筋开始生锈时,其体积膨胀,对周围混凝土产生挤压作用,导致混凝土开裂^[4]。

三、混凝土裂缝的检测与评估

(一) 外观检查

最简单的就是外观检查,即通过人的眼睛或者使用一些简单的仪器(例如:裂缝观测仪)、辅助设备(例如:放大镜),对结构物表层的裂缝进行目视观察并量测;对于表面上出现的一些细微裂纹可以使用裂缝观测仪直接量测宽度,也可以使用钢尺量测长度。而对于那些处于表层但又比较深的裂缝,则需要将混凝土表面凿掉一部分,露出里面被裂缝分割的部分,并且再做上标记后重新覆盖起来,在这样做的过程中要注意不能破坏已经存在的裂缝,然后使用游标卡尺去测量该处混凝土截面的厚度,从而间接地得到裂缝的实际深度。外观检查应详细记录裂缝的位置、走向、形态等信息,为后续的评估和处理提供依据。

(二) 超声检测

超声检测技术主要是应用超声波在混凝土内的传递规律来进行混凝土内部缺陷如裂缝的定位及定量分析的技术。由于超声波遇到裂缝后会产生反射、透射以及衍射等现象,因此可以通过分析接收信号的变化情况得到裂纹的位置、大小等信息;同时该种检测方法为无损检测手段,且检测效率高,准确性好,特别适合于检测较深范围的裂缝。对于裂缝位置、走向不明确的情况可以采取对测法或斜测法进行测试,具体检测方案应根据实际情况确定。

(三) 其他检测方法

除上述两种主要检测方法以外,在实际施工过程中还可以使用一些其他的检测方法:回弹法主要用于检测混凝土抗压强度,其原理是在混凝土构件上均匀布置若干个测区,并分别测量每个测点处混凝土的表面硬度,然后依据预先制定好的测强关系式换算成相应的混凝土抗压强度;而钻芯法则是从混凝土结构体上取出一定尺寸的圆柱形试件,经过试验测定混凝土的力学性能指标,从而判断混凝土质量的好坏的一种方法,但属于半破损检测,会对结构造成一定的损伤^[5]。在实际工程中,可根据具体情况,综合运用多种检测方法,对混凝土裂缝进行全面、准确的检测与评估。

(四) 裂缝评估标准

通常情况下,根据裂缝的位置(贯穿性或非贯穿)、

数量多少、宽度大小及发展情况、深度、形状特征、出现时间早晚、是否随温度变化而开合、与钢筋的关系等情况，并结合其对建筑物整体结构抗力降低的程度来确定该类裂缝对建筑结构危害性的等级划分。当裂缝不致引起结构承载能力下降且无明显外观损害时，可以采用表面封闭修补法；若裂缝有继续发展的趋势或者已经造成明显的变形破坏并危及正常使用功能时则需通过详细检测，采取相应的加固处理措施。

四、混凝土裂缝的处理技术

（一）表面处理法

采用表面涂抹法修复裂缝，即通过将修补材料直接涂敷于裂缝表面的方法来封闭细微缝面。通常所使用的修补材料主要有：水泥砂浆、环氧胶泥等。首先应对需要修复的部位及其周边区域内的表层混凝土结构做彻底清洁工作；清除其上的油渍及尘土，并使用钢丝刷或者砂纸对其表面进行打磨，使该处混凝土表面粗糙度达到一定的标准值；其次是对裂缝表面施加一定压力后，将其表面抹平，并保证所施加的压力能够使得待修缝隙中的空气完全排出，从而形成一个平整且光滑的表面；最后在其上薄薄地涂抹一层厚度约为1~2mm的修补材料即可，对于一些较大的裂缝，则可以分几次涂抹完成，确保粘贴牢固，无气泡、空鼓等现象。

（二）填充法

对于较宽（通常 $>0.3\text{mm}$ ）的裂缝，可以使用填充法来处理。例如由混凝土干缩、温差引起的裂缝都可以采取这种方法。所谓填充法就是把裂缝周围的混凝土挖去一部分后，在其中填入修补材料的方法。常用修补材料有：水泥砂浆、环氧树脂砂浆及聚硫密封胶等等。其操作方法是首先按要求尺寸凿成V型或者U型缝，然后清除缝隙内的杂物并吹除尘土使缝隙保持清洁且充分干燥状态。最后涂刷一层界面剂以便于提高修补料与基体之间的黏接强度。再按照规定的配合比配制好修补料之后注入缝隙中，用工具将其压实、抹平，使其与混凝土表面平齐^[6]。填充完成后，对修补部位进行养护，养护时间一般不少于7天。

（三）灌浆法

灌浆方法分压力灌浆与低压灌浆两种：压力灌浆：多是使用专门的灌浆机具，将所选灌浆材料加压送入缝内的一种灌浆工艺。常用的灌浆材料有：水泥基灌浆材料；环氧树脂类灌浆材料等。施工之前，在裂隙面开孔埋设灌浆嘴（其间隔视裂纹宽深而定，一般取200~500mm），再用水泥砂浆或其他封堵材料把裂纹口密封好以防灌浆时跑气串浆，并使灌浆液均匀地分布到所有需要修补的地方。把配制好的灌浆材料装入灌浆泵，按要求的压力及注浆量进行注浆作业，待某灌浆嘴开始溢浆后即关闭此管路阀门并接着注下一处。依次重复操

作直到所有的灌浆点都已结束为止。低压灌浆：是指靠灌浆材料本身的重力流动来充填缝隙，适用于一些小面积、低高度且裂纹很细的小型缺陷部位，如微细裂纹和贯穿性的细微裂纹的修复。由于这种方法没有一定的规律可循，因此它的效率很低。目前还只能作为辅助手段。低压灌浆比较容易掌握，但因灌浆过程慢，所以要注意调节灌浆的速度以及灌浆的数量。

五、实际案例分析

某超高层写字楼在进行大体积混凝土基础浇筑后，施工人员通过外观检查发现基础表面出现多条不规则裂缝，对裂缝深度和混凝土强度进行进一步检测。结果显示，裂缝最大深度达800mm，且混凝土内部存在一定的温度梯度，判断该裂缝主要是由于水泥水化热产生的内外温差导致的温度裂缝。在压力灌浆施工中，严格按照标准设置灌浆嘴，间距300mm，密封裂缝表面后，以0.3~0.5MPa的压力进行灌浆。施工完成后，经过28天养护，再次对裂缝进行检测，裂缝已完全闭合，基础结构的整体性和耐久性得到有效保障，满足设计和使用要求。

结语

混凝土裂缝是土木工程建筑中不可忽视的问题，其类型多样，成因复杂。通过对混凝土裂缝的类型、成因进行分析，采用合适的检测与评估方法，能够准确掌握裂缝的情况。在具体的工程施工过程中应根据不同的类型采取相应的治理方法并按照相关的施工规范要求进行施工操作，以有效控制或消除裂缝，确保工程质量与安全。随着土木工程技术的不断发展，未来混凝土裂缝处理技术将朝着更加高效、环保、智能化的方向发展。

参考文献

- [1] 赵远，黄帅刚. 土木工程建筑中混凝土裂缝的施工处理技术标准[J]. 大众标准化，2025，(12): 28-30.
- [2] 尹红更. 土木工程建筑中混凝土裂缝的施工处理技术分析[J]. 城市建设理论研究（电子版），2025，(08): 145-147.
- [3] 闫锴. 建筑土木工程中混凝土楼板裂缝相关问题解析[C]// 冶金工业教育资源开发中心. 2024精益数字化创新大会平行专场会议——冶金工业专场会议论文集（中册）. 银川建发地产有限公司；2024: 364-366.
- [4] 刘春玲. 土木工程建筑中混凝土裂缝的施工处理技术分析[J]. 城市建设理论研究（电子版），2024，(19): 204-206.
- [5] 纪海林，罗宁. 高层建筑混凝土裂缝产生的原因及质量控制分析[J]. 城市建设理论研究（电子版），2023，(02): 131-133.
- [6] 佟建楠. 土木工程建筑中混凝土裂缝施工处理技术探讨[J]. 住宅与房地产，2021，(22): 221-222.