

# 土木工程中混凝土的裂缝成因与防治研究

杨 焯

**摘要:** 为有效防治混凝土裂缝,提升混凝土结构的使用效果,本文以混凝土裂缝为研究主题,指出土木工程中裂缝的形成主要是由于其自身的脆性以及结构受到的荷载作用和间接作用;分析了土木工程中混凝土受力裂缝、收缩裂缝、温差裂缝和沉降裂缝等的成因,并提出混凝土裂缝的防治措施,即原材料的质量控制、优化施工配合比、混合材料控制、加强施工工艺控制以及优化基层养护。

**关键词:** 土木工程;混凝土;裂缝成因;防治措施

doi: 10.3969/j.issn.1672-2167.2022.22.036

目前,我国混凝土结构的应用愈加广泛。但在实际使用中,由于混凝土材料本身具有脆性,受多重因素的影响极易出现裂缝。混凝土产生裂缝的原因多样,对结构的影响也不尽相同。基于此,本文以混凝土裂缝为研究主题,阐述了土木工程中混凝土裂缝的形成机理、裂缝的类型及成因,并提出了混凝土裂缝的可行性防治措施,旨在为提升混凝土的抗裂性能、延长混凝土的使用寿命提供借鉴与参考。

## 1 土木工程中混凝土裂缝的形成机理

### 1.1 混凝土材料的脆性

混凝土材料广泛应用于工程建设中,这种材料抗拉强度低且脆性大,抗压强度与抗拉强度之间的差异性决定其极易出现断裂的情况。当拉应变超过极限值时,混凝土外观上就会表现为开裂<sup>[1]</sup>。

### 1.2 荷载作用下的裂缝

当混凝土结构受到的外界荷载较大时,会导致其内部产生各种压、挤、弯等作用力;当承载力超过负荷时,便会出现裂缝<sup>[2]</sup>。通常情况下,荷载作用下的

裂缝会在混凝土结构的内部出现,只有外力影响较大时,裂缝才会扩张成明显的宏观裂缝,发展过程为弥散状裂缝→裂缝延伸→裂缝贯通→宏观裂缝。

### 1.3 间接作用下的裂缝

间接作用下的裂缝是受混凝土结构本身变形、基础下降以及外界气温变化等影响因素出现的裂缝。例如,混凝土施工过程中会产生大量水化热,导致温度急剧升高,体积处于膨胀状态。温度下降时结构收缩,当收缩所产生的拉应力大于混凝土自身极限抗拉强度时,混凝土表面就会出现裂缝。

## 2 土木工程中混凝土裂缝的类型与成因

### 2.1 受力裂缝

受力裂缝主要是由于混凝土结构受荷载作用所产生,内力作用不同,裂缝类型也不同,主要包括以下几种。

第一,受弯裂缝。因混凝土抗拉应力较差,钢筋承担混凝土的全部拉应力,在拉应力区域通常会出现裂缝。受拉区裂缝与纵向受力钢筋呈垂直分布状态,受弯裂缝形态如图1所示。

第二,受压裂缝。竖向混凝土结构通常承受垂直荷载,当压应力达到混凝土的抗压强度时,混凝土结构受到破坏,从而出现受压裂缝<sup>[3]</sup>。初始阶段,受压裂缝具有平行、不连续的特点,但在压力长期作用下,裂缝逐渐延伸。

第三,受拉裂缝。受拉裂缝出现在拉力集中的区域且贯穿全截面,与拉应力方向垂直。

第四,受扭裂缝。受弯矩、剪力的共同作用,混凝土结构上会出现不贯通、相互垂直、连续螺旋状的受扭裂缝。受扭裂缝形态如图2所示。

第五,受剪裂缝。在轴力、弯矩的共同作用下,混凝土结构会出现与主压应力平行、梭子形状的受剪裂缝。

### 2.2 收缩裂缝

收缩裂缝是间接裂缝的主要形式,

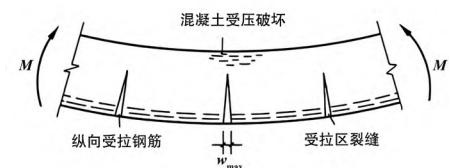


图1 受弯裂缝形态(来源:网络)

**作者简介:** 杨焯,男,盐城市市政建设集团有限公司六分公司经理助理。

主要包括以下几种。

第一，胶凝裂缝。该类型裂缝是由于晶体固化引起混凝土材料自主收缩产生的裂缝，当混凝土终凝结束后该裂缝将停止生长<sup>[4]</sup>。

第二，干燥裂缝。干燥裂缝是混凝土振捣后，孔道表面水分张力扩大，混凝土表面失水后出现收缩，导致泥土离析出现的裂缝。

第三，碳化收缩裂缝。混凝土中含有  $\text{CO}_2$  和  $\text{CaO}$ ，这两种化合物经过化学反应产生  $\text{CaCO}_3$ ，导致混凝土的体积逐渐缩小，出现裂缝。

### 2.3 温差裂缝

温差裂缝是间接裂缝的一种，与收缩裂缝的特征和发展规律基本相同，但形成的原因不同。温差裂缝是受温度和热量影响发生热胀冷缩的物理反应，导致混凝土出现裂缝，主要包括以下几种。

第一，大体积混凝土表面裂缝。该裂缝主要是由于结构受到温度影响产生应变差异所导致。大体积混凝土表面裂缝形态如图 3 所示。

第二，外露结构的季节温差裂缝。雨棚等外露结构长期受到外部气温环境变化的影响，导致混凝土表面出现温差裂缝。

### 2.4 沉降裂缝

土木工程地基产生不均匀沉降的原

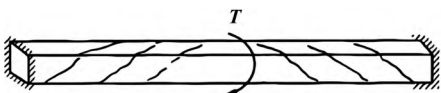


图 2 受扭裂缝形态 (来源: 网络)

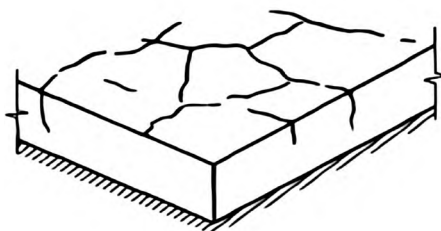


图 3 大体积混凝土表面裂缝形态 (来源: 网络)

因很多，若混凝土结构受的力超过抗拉强度时，较为脆弱的部位便会出现裂缝。同时，在混凝土浇筑结束凝固前期，骨料呈现下沉状态，从而导致裂缝问题出现。沉降裂缝大多为串联形式，且出现的位置与沉降位置相对应<sup>[5]</sup>。

### 2.5 施工裂缝

施工裂缝是因施工引起的混凝土结构裂缝，产生原因较为复杂，主要包括建筑材料裂缝、模板裂缝、浇筑裂缝、养护裂缝以及预应力裂缝。

### 2.6 构造裂缝

构造裂缝难以通过优化设计规避，主要包括以下几种。

第一，宏观结构体型裂缝。这种裂缝体量庞大，体形具有突变，易受多重因素影响，在混凝土薄弱区域产生开裂。

第二，局部构件构造裂缝。由于混凝土结构外形有转角，纵向受力钢筋转折，容易产生裂缝。

### 2.7 耐久性裂缝

耐久性裂缝主要包括以下几种类型。

第一，冻融循环造成的裂缝。该类裂缝主要是由于混凝土结构受冷空气侵蚀，混凝土内部水分结冰产生膨胀而出现的裂缝。裂缝的发展过程为冻融龟裂、粉化→出现裂缝→裂缝扩大→附近结构剥落<sup>[6]</sup>。

第二，钢筋锈蚀膨胀产生的裂缝。该类裂缝主要是由于钢筋质量问题导致钢筋表面出现锈斑，钢筋膨胀而出现的裂缝。

第三，盐碱类介质引起的裂缝。该类裂缝是在结构长期使用过程中，酸性液体逐渐进入结构内部，使混凝土 PH 值变化，最终导致混凝土脱离钢筋，产生大面积裂缝。

第四，碱骨料反应裂缝。混凝土的骨料石子含有  $\text{SiO}_2$ ，能够与水泥中的碱产生化学反应，生成碱性硅酸盐和碳酸盐，使混凝土体积膨胀，出现裂缝。

### 2.8 偶然作用裂缝

偶然作用裂缝主要包括以下几种。

第一，地震裂缝。地震裂缝是地震偶然荷载引起混凝土结构开裂的裂缝。其形成情况较为特殊且具有瞬时性，甚至能够造成建筑物的破坏。

第二，撞击裂缝。施工阶段，物体的坠落会影响混凝土结构的稳定与安全，如果混凝土结构受到撞击，则会出现裂缝。若荷载较为集中，撞击裂缝会呈现放射状<sup>[7]</sup>。

第三，火灾裂缝。火灾等事故对建筑物结构的伤害较大，在物品燃烧、高温等作用下，极易出现混凝土裂缝。

## 3 土木工程中混凝土裂缝的防治措施

### 3.1 原材料的质量控制

在选择混凝土原材料、确定混凝土配合比时，施工人员必须遵守科学合理的原则，以提高混凝土抵抗裂缝的能力。具体来讲，需根据施工现场实际情况选择混凝土。结合以往施工经验，应选用以下几种方式。

第一，采用中低热的水泥材料。在具体施工中，施工人员应注重使用低热水泥材料，避免因水化放热增大混凝土结构的温度差异，导致裂缝。通常情况下，设计者可以选择应用低热矿渣水泥，以提升原材料的质量。

第二，选择适宜的原材料。材料的选择是提升混凝土质量的基础与前提，在具体施工中，施工人员应选择强度较高的水泥，在其中掺入适量的石料、砂子等，以保证混凝土结构具有较高的稳定性，并有效控制施工成本。同时，施工人员应遵循就近取材的原则，应用成本低且符合施工标准与施工质量要求的材料，在保证施工质量的基础上，有效避免出现裂缝，延长使用寿命。

### 3.2 优化施工配合比

为减少混凝土结构的裂缝情况，设计人员及施工人员应注重优化施工配合

比。具体实践中,应适当减低水泥使用量,将基层水泥配入量控制在5%左右。同时,施工人员应控制和优化粗细集料的配合比。为保证配合比具有科学性和合理性,施工人员应进行50次筛分试验,取得平均值,以最终确定配合比。

### 3.3 混合材料控制

混合材料控制是保证混凝土质量的重要途径,是提升混凝土结构抗裂性能的主要方式。结合具体施工特点,混凝土结构的施工数量较多,建设要求较高,但周期较短,因此对施工质量控制需要进行科学计划和规划。目前,混凝土施工大多应用泵送的形式,但这种方式下通常会出现气孔多等问题。对此,应选择适宜的拌合物,并在管道内部涂抹润滑剂,避免出现堵塞、气泡多等问题。同时,在混凝土材料制作过程中,还可以添加木质素磺酸钙,以有效分散混凝土颗粒,提升混凝土结构的张力,降低裂缝出现的概率。另外,施工人员应将外加剂的添加比例控制在0.3%,降低拌和水分;添加粉煤灰,提升混凝土材料活性;添加硅酸盐凝胶,提升和易性,有效避免出现混凝土裂缝。

### 3.4 加强施工工艺控制

加强施工工艺控制是提升混凝土抗裂性的重要途径,具体有以下几点。

第一,采用二次振捣,提高混凝土的抗裂性。首先,在具体施工中施工人

员应精准把握住二次振捣的时间。在工作中应将振捣棒连同本身重力快速插进混凝土中,若缓慢拔出振捣棒,混凝土逐渐愈合且表面未形成空穴,则可进行二次振捣。其次,在土木工程实际施工中,施工人员普遍会采用测量插入阻力大小的方式,判断二次振捣施工是否适宜。若插入的阻力较小,则二次振捣的施工有效性较高,否则将会直接影响混凝土振捣及整体施工质量。

第二,改进现有混凝土的搅拌工艺。在具体施工过程中,施工人员应以提升混凝土抵抗拉伸的能力为目标,对现有的搅拌工艺进行优化和完善。在土木工程实际施工中,可以应用新式搅拌工艺。这种施工工艺不仅可以有效预防水分集中在混凝土与空气接触的周围,还可以提升混凝土结构的紧密性,使各物质组成部分联系更强,从而提升混凝土的拉应力与抗压能力。通过实验研究表明,当前技术可通过降低约7%的水泥使用量来降低水化热的产生。

第三,掌握混凝土的出机和浇筑温度。首先,施工人员需注重前期准备。在具体施工过程中,应保证随时可投入使用施工工具,且能够严格按照相关规范要求使用。其次,应精准掌握出机温度。在实际施工中,可以采用减小石子温度的方式,对温度进行控制。在温度较高时,为避免阳光直射构件,施工人员可在砂石堆积的地方搭建帐篷。特殊时期,砂子在使用前也可用凉水冲洗,确保所

使用物料符合施工标准,保证实际施工质量。最后,施工人员应熟练掌握浇筑温度。为有效控制混凝土传送过程的温度,应注重降低混凝土结构的内外温差,采取有针对性的温度控制措施,对温度进行控制。

### 3.5 优化基层养护

在混凝土浇筑过程中,如果使用的混凝土抗变形性能低、强度小,在恶劣的温度、湿度环境下,混凝土表层将会产生冷缩裂缝的情况。为有效提升混凝土的抗裂性能,施工人员应注重优化基层养护。

在具体实践中,应选择保温防护措施,以减少混凝土结构的内外温度的梯度差,避免混凝土表层出现裂缝。同时,施工人员应分析不同温度环境下的混凝土结构使用情况,针对环境温度大的,可以在混凝土表层增加保温层,降低环境温度对混凝土结构产生的影响。

## 4 结语

土木工程施工中的混凝土裂缝类型众多,不同类型裂缝产生的原因也存在一定差异,因此需要对混凝土施工提出更高的要求。本文以土木工程混凝土施工的实际情况为出发点,对混凝土裂缝产生机理、类型等进行分析,并提出混凝土裂缝治理的有效策略,以期降低裂缝问题发生的概率,为保证结构质量提供借鉴与参考。✎

#### 参考文献:

- [1] 鄂志国. 土木工程建筑中混凝土结构施工技术探讨[J]. 全面腐蚀控制, 2022, 36(2): 59-60.
- [2] 张双龙, 史彦峰. 试析钢筋混凝土结构“间接裂缝”的控制措施[J]. 黑龙江科技信息, 2011(15): 255.
- [3] 李辉, 吴锦辉, 王茂泉. 混凝土长侧墙结构收缩裂缝探讨[J]. 广东建材, 2021, 37(9): 17-21.
- [4] 施恩. 土木工程建筑中混凝土裂缝的施工处理技术分析[J]. 建材与装饰, 2019(32): 31-32.
- [5] 任喜平, 李元来, 刘炜山. 大坝浇筑过程中温差裂缝形成研究及防控[J]. 水利建设与管理, 2020, 40(11): 78-82.
- [6] 张艺晶, 李荷美, 范欢乐, 等. 某高层建筑沉降裂缝分析及处理措施[J]. 建设科技, 2020(13): 77-79.
- [7] 开璇. 土木工程施工裂缝处理措施研究[J]. 房地产世界, 2022(16): 152-154.