

建筑工程施工中混凝土裂缝控制技术

徐其坤 陈伟 张正贵 张誉腾 林昆翔
中建八局第二建设有限公司, 山东 济南 250000

[摘要]随着建筑行业不断革新发展, 建筑工程施工技术也日益成熟和完善, 为建筑工程建设高质量开展提供了强有力的技术支撑。但是由于建筑工程混凝土施工工序复杂、影响因素众多, 促使混凝土裂缝问题仍然是建筑项目中比较常见的质量缺陷, 要想有效解决以上问题, 施工企业的当务之急就是切实提高混凝土裂缝控制技术水平。基于此文中以施工实例为参考, 针对建筑工程混凝土裂缝类型与产生原因, 以及混凝土裂缝控制要点和预防措施进行综合性梳理分析。

[关键词] 建筑工程; 施工; 混凝土裂缝; 控制技术

DOI: 10.33142/ect.v2i7.12749

中图分类号: TU755.7

文献标识码: A

Concrete Crack Control Technology in Construction Engineering

XU Qikun, CHEN Wei, ZHANG Zhenggui, ZHANG Yuteng, LIN Kunxiang

The Second Construction Co., Ltd. of China Construction Eighth Engineering Division, Ji'nan, Shandong, 250000, China

Abstract: With the continuous innovation and development of the construction industry, construction technology has become increasingly mature and perfect, providing strong technical support for the high-quality development of construction projects. However, due to the complex construction process and numerous influencing factors of concrete in construction projects, the problem of concrete cracks remains a common quality defect in construction projects. In order to effectively solve these problems, the urgent task for construction enterprises is to effectively improve the level of concrete crack control technology. Based on construction examples in this article, a comprehensive analysis is conducted on the types and causes of concrete cracks in construction projects, as well as the key points and preventive measures for controlling concrete cracks.

Keywords: construction engineering; construction; concrete cracks; control technology

引言

由于混凝土具备强度高、耐火、耐久性强等诸多优势, 因此当前的建筑工程建设项目大多数都是采用混凝土结构, 但是经过实际施工可以发现, 混凝土材料同时具有抗拉能力不足的性能短板, 较易出现不同程度的混凝土结构开裂现象, 故而对混凝土结构安全稳定性造成一定负面影响。加之现阶段建筑工程建设中的大体积混凝土结构进一步提高了混凝土裂缝发生率, 所以施工企业更加需要加大建筑工程混凝土裂缝控制技术研究力度, 以便为构建精品建筑工程奠定良好基础。

1 项目简介

工程的建设规模庞大, 有 17 栋住宅楼, 总用地面积为 5.3 万平方米, 建筑面积为 15.5 万平米。结构类型为剪力墙结构, 基础形式为桩基础和筏板基础。工程单体多, 体量大, 混凝土结构裂缝控制和预防是个重点。

2 大体积混凝土裂缝类型及产生原因

2.1 结构裂缝

大体积混凝土工程建设时导致混凝土出现裂缝的主要原因, 是当外部荷载超过混凝土结构的承载能力时, 会使得结构内部产生过大应力, 进而引发裂缝。除此之外, 也可能是外荷载虽然未超过混凝土的承载极限, 但却引起了内部应力的重新分布, 内部结构应力的平衡状态被打破

而导致的裂缝。因为大体积混凝土具有良好的整体性, 所以刚度和强度都比其他类型的混凝土更好, 出现结构性裂缝的概率相对较低。^[1-2]

2.2 非结构裂缝

非结构性裂缝通常指不会对建筑结构的整体稳定性造成严重威胁的裂缝, 这些裂缝都是由材料自身的特性、环境因素或施工不当所引起的。其主要类型包含以下三点。

2.2.1 干缩裂缝

干缩裂缝的产生与混凝土内部的失水现象有着明显的关系。混凝土在发生水泥水化反应时, 其内部会吸收大量的水分, 随着时间的推移, 水分逐渐蒸发, 内部的水分无法均匀分布, 使得混凝土内部的应力状态发生变化。当这种应力超过混凝土抗拉强度时, 就会产生内部裂缝。^[4-5]

2.2.2 温度裂缝

大体积混凝土在浇筑过程中, 混凝土内部产生的化学反应会释放大量的热, 随着这种反应的不断进行, 混凝土内部温度呈现上升趋势。随着这种温度的不断升高, 混凝土内外部温度形成温差, 尤其在冬季或夏季内外部温差较为明显。在混凝土的初凝阶段, 因其强度较低, 对于外部温度变化的抵抗能力较差, 所以对应力的约束程度较少, 该阶段不容易产生裂缝。随着时间的推移, 混凝土的强度和弹性模量不断增加, 混凝土对外部温度变化的抵抗

能力也逐渐增强,使得内部的约束力同步升高。随着内外温差的持续,混凝土内部的温度应力增大,值超过混凝土抗拉强度时,混凝土内部便会产生裂缝。

2.2.3 沉陷裂缝

针对大体积混凝土所产生的沉陷裂缝,研究表明导致这种类型的裂缝产生,因素与地基基础的稳定性有着直接的关系。如果地基基础不稳定,出现下沉或不均匀沉降,就会导致混凝土结构受力不均匀,进而产生沉陷裂缝。这与地基的选址或地基的土壤类型以及地下水位高低有着一定程度的关系。此外,地基回填质量以及混凝土模板的支撑力,也是导致混凝土结构受力不均匀,引发沉陷裂缝的主要原因。沉陷裂缝是一种贯穿型裂缝,会对建筑工程的整体结构和安全产生影响和破坏。^[6-7]

3 大体积混凝土裂缝控制要点

3.1 设计阶段裂缝控制

在大体积混凝土结构设计阶段,为保证大体积混凝土的强度、抗弯以及抗冲剪性能,设计人员需要注意以下设计要点:首先,在进行设计时,应当避免结构中出现应力集中的区域,比如设计中存在的尖锐转角、变化较大的截面,应当在设计过程中尽量采用平滑的曲线过渡,降低应力集中所引发的负面影响。在进行孔洞边缘设计时,应尽可能增加该区域的抗拉强度。如果是可变截面,则应当保证截面变化较为平缓。

其次,应降低混凝土结构的约束力,做好接缝的处理工作。合理的接缝设计应保持其在结构受力较小的区域,而不是应力集中的区域,通过对结构布局进行优化,能够大幅度降低接缝处的约束力。常见的接缝主要由斜向接缝、垂直和水平接缝组成,设计人员应当依据结构的具体要求和受力情况选择合理的接缝模式,接缝处应当使用高质量的填充材料,如聚合物改性砂浆或专用的接缝胶,以保证接缝的密封性。针对地基条件较差的混凝土工程应采取必要的加固处理措施,通过砂垫层或换填来提高地基的承载能力,针对高温区域,可以在地基底部增设滑动层或后浇混凝土层,以降低温度应力。^[8]

最后,混凝土强度控制。大多数情况下,C50强度等级的混凝土可以满足多数建筑工程的需要,然而如果建筑工程所处区域温差较大,仍然可能会出现温度裂缝。在保证结构安全的基础上,应当依据建筑工程的具体需求,降低大体积混凝土的强度等级。通常选择C25到C40的混凝土等级作为大体积混凝土的强度标准,能够有效地降低因水泥水化反应产生的温度引起的温度应力。这种强度标准不仅能够降低水化热产生速率和总量,同时也意味着水泥用量相对较少,降低了控制混凝土内部温度变化的难度。^[9]

3.2 施工阶段裂缝控制

(1)在进行大体积混凝土的温度控制时,应当有针对性地针对不同阶段的温度进行控制。大多数情况下应控制

浇筑温度,保持在 $5^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ 之间,这能够有效避免水化反应以及混凝土硬化过程中所产生的不良影响。如果环境温度过高,比如超过 50°C ,就需要对混凝土进行降温。在大体积混凝土浇筑构件完全凝固前,应控制混凝土内外部的温度差,保证温度差不超过 25°C 。进行大体积混凝土浇筑时应及时覆盖保温材料,当内外部温差超过 20°C 时,应拆除保温覆盖膜。

(2)施工人员进行骨料选择以及进行配合比设计时应做好以下关键措施:首先在进行细骨料选择时,应保证细骨料的粒径不超过 4.75mm ,这能够有效地降低孔隙率,提高混凝土的密实度。其次在进行粗骨料选择时,应选择粒径合理的非碱性活性粗骨料,这是降低水化热产生的重要基础。骨料选择时应保证粗骨料含泥量符合相关标准,避免杂质过多引发的水化热增加。在进行中砂选择时,应当选择粒径为 $2.3\sim 3\text{mm}$ 、含泥量不超过3%的中砂,以优化混凝土的工作性能以及降低水化热的产生。在进行水泥选择时,应选择稳定凝结时间适中的硅酸盐水泥,能够有效保证混凝土的早期强度和后期稳定性。水泥应选择低水化热品种,以降低水化热引起的温度应力。^[10]

(3)在进行大体积混凝土浇筑时,为有效降低温度裂缝的风险,应当采取有效的隔热和冷却措施,例如通过冷却管道来控制混凝土内外部的温差,避免因温差过大产生裂缝。在具体的浇筑过程中,可以选择多种不同类型的浇筑方法,例如跳仓施工法是将大体积混凝土划分为若干个小的区域交替进行浇筑,混凝土凝固过程中所产生的内部应力得到有效分隔,不发生明显的应力积累。分层浇筑法则依照一定的厚度进行分层浇筑,每层混凝土浇筑之间保持一定的时间间隔,能够有效地释放内部应力。分块浇筑则是将大体积混凝土分成若干块,每块浇筑与其他块保持一定的浇筑间隔时间,通过减少每个浇筑段产生的蓄热量,以降低出现温度裂缝的概率。

3.3 养护阶段裂缝控制

在混凝土浇筑完毕后的12小时内,应当开始养护工作,以此来降低温度的持续下降。通过使用塑料薄膜、土工布或麻袋对混凝土表面进行覆盖,实现隔绝空气,降低水分蒸发的目标。如果混凝土处于较为干燥的环境中,则需要采用喷雾养护的方法,通过对混凝土表面定期洒水,保持混凝土的表面湿润。

4 大体积混凝土裂缝预防措施

4.1 加强材料控制

首先在进行水泥选择时,应选择水化热程度较低的矿渣硅酸盐水泥。这种类型的水泥及水化热反应程度,只有常规水泥的60%。同时这种水泥还具有较好的耐腐蚀性。这种水泥的另一个特性是碱金属含量较低,能够降低与骨料发生反应的风险,混凝土的耐久性得到一定程度的提升。

其次在进行骨料选择时,针对粗骨料应选择粒径分布

合理、具有较好热稳定性的碎石或砾石。这不仅能够保证混凝土的力学性能发挥，同时也能够提供较好的密实性。粗骨料的泥含量应不超过 1%，这是有效降低水化热产生的重要基础。再进行细骨料选择时，应选择泥浆含量较低的砂子，通常细骨料的泥浆含量应当低于 3%，同时要保证细骨料的清洁度，避免骨料中含有过多的有机杂质。^[11]

4.2 设计永久变形缝

大体积混凝土结构施工中，为避免混凝土结构受到温度、沉降变形等外部因素的影响，需要采取适当的结构设计和施工措施，例如通过设置变形缝能够将大型结构分割成多个相对独立的部分。使得不同的部分在受到外力作用时，能够相对独立地移动，降低整体结构的变形。

4.3 采用薄壁冷水循环系统

薄壁冷水循环系统主要通过该系统中的温度传感器来对混凝土的温度进行实时监测。当混凝土的温度超过预设阈值，温度传感器就会将信号发送给控制单元。控制单元获得信号后会启动冷水泵，将冷却水从缓冲水箱中抽出，通过薄壁冷水管输送到混凝土内部。冷却水在混凝土内部冷水管中流动，能够与混凝土内部的高温部分进行充分接触，实现带走混凝土内部温度的目的。

4.4 预冷拌和水与骨料

大体积混凝土施工为有效控制混凝土内部温度，降低温度裂缝，可以选择地下水或使用制冷剂冷却水作为拌合用水，从而降低混凝土的初始温度。在进行混凝土搅拌前，使用冷水冲刷骨料，不仅能够降低骨料的温度，同时能够将骨料中所包含的杂质进行去除。搅拌过程中，通过将冰雪加入骨料中，在熔化过程中能够吸收混合物的热量，对于降低混凝土的温度有着非常重要的作用。

4.5 利用液氮冷却

在大体积混凝土控制温度裂缝的众多方法中，液氮冷却是一种高效的降温方法。它利用液氮的低温特性来控制混凝土温度，降低水化热产生的温度裂缝。通过将液氮输送到混凝土中，使其与混凝土充分接触，会迅速蒸发并吸收大量热量，实现降温效果。为了保证混凝土的温度控制在 25 度到 30 度之间，需要对液氮的加入量和注入时机进行精确控制。除了能够有效控制混凝土温度之外，液氮在使用过程中不会产生有害物质，具有良好的环保特性。

4.6 使用补水软管

进行大体积混凝土的养护时，可以通过铺设软管的方法来提升养护效果。在对混凝土表面进行清洁之后，铺设软管，并将软管形成一个连续的网络。然后在软管上方铺设塑料薄膜，使其与软管形成紧密贴合。通过在塑料薄膜与混凝土表面之间洒水来保持湿润，有效地控制混凝土裂缝的生成。

4.7 应用跳仓施工

跳仓施工法在大体积混凝土施工技术应用过程中，其主要方法是将大体积混凝土施工面划分为多个小的施工区域，依照这些分隔后的施工区域进行混凝土浇筑，然后在一定时间将这些分散的区域进行组合，形成一个整体。跳仓施工法的优势在于较为灵活，适应性较强，能够依据施工现场的具体情况对施工策略进行调整，实现对混凝土温度变化的有效控制，降低出现温度裂缝的风险。

5 结束语

总之混凝土材料在建筑工程建设中的普遍应用，和现代化建筑工程对建筑结构荷载能力要求的不断提高，都在提醒建筑施工企业要充分认识到混凝土裂缝对于建筑结构安全稳定性的危害，因此施工企业亟须在切实强化混凝土裂缝问题防范与控制意识的基础上，进行大体积混凝土结构裂缝控制技术和预防措施探索与应用，以便确保混凝土施工高质高效开展。

[参考文献]

- [1] 吴华明, 李明, 杨睿, 等. 太湖隧道铺装层混凝土裂缝控制研究与应用[J]. 混凝土, 2023(8): 125-128.
 - [2] 王强. 道路桥梁建设中混凝土裂缝控制[J]. 工程技术: 文摘版, 2022(11).
 - [3] 王新刚, 樊士广. HCSA 膨胀剂在大体积混凝土裂缝控制中的应用研究[J]. 四川建筑科学研究, 2022, 48(1): 80-84.
 - [4] 王德民, 卫剑楠, 马锋, 等. 某医院直线加速器区大体积混凝土裂缝控制关键技术[J]. 新型建筑材料, 2022, 49(10): 51-54.
 - [5] 徐雪莲. 混凝土面板堆石坝趾板混凝土裂缝控制分析研究[J]. 门窗, 2022(4): 3.
 - [6] 岳志合, 李宏立. 基于混凝土裂缝控制技术在房屋建筑施工中的应用[J]. 居业, 2022(8): 62-64.
 - [7] 孙强, 李雨杭, 陈锦贤. 房屋建筑施工中混凝土裂缝控制技术的应用[J]. 中国建筑装饰装修, 2023(16): 161-163.
 - [8] 宋衍坤. 混凝土裂缝控制技术在南京地铁工程中的应用[J]. 建材与装饰, 2020(4): 270-271.
 - [9] 司才增. 田东允, 浅议混凝土裂缝控制技术在建筑施工中的应用[J]. 企业技术开发, 2013, 34(11): 146.
 - [10] 李志伟. 论建筑施工中混凝土裂缝控制技术的应用[J]. 中国新技术新产品, 2014(10): 123.
 - [11] 黄玮. 探究建筑施工中混凝土裂缝控制技术的实践运用[J]. 建材与装饰, 2017(33): 19-20.
- 作者简介: 徐其坤(1993.6—), 男, 汉族, 陕西安康人, 本科学历, 工程师, 研究方向为建筑工程。