

建筑工程施工中混凝土结构的裂缝防治措施

季 亮

(北京市石景山区国有资本投资有限公司,北京 100043)

摘要:混凝土结构对于整个建筑有着极为重要意义,在实际项目的施工过程中,混凝土结构由于受到各种因素的影响,比较容易出现裂缝,从而降低房屋建筑建设和使用过程中的安全性、耐久性,严重时甚至引发事故,因此,施工中需要采用合适的方式对裂缝进行防治。文章对建筑施工中混凝土结构产生裂缝的危害、部位、原因进行汇总、分析,并从设计阶段、施工阶段,应采取的裂缝防治措施进行探讨,最后提出不同裂缝的相应处理方案,可为今后混凝土裂缝防治问题提供借鉴和参考。

关键词:建筑工程;混凝土;施工;裂缝防治

中图分类号: TU973⁺.23

文献标识码: A

文章编号: 1673-8993(2024)06-0039-05

doi: 10.13402/j.gcjs.2024.06.075

Crack prevention and control measures for concrete structures in construction projects

Ji Liang

(Asset Management Department, Shijingshan Capital Co., Ltd., Beijing 100043, China)

Abstract: Concrete structures are of great significance to the entire building. In the construction process of actual projects, concrete structures are more prone to cracks due to various factors, which reduces the safety and durability of building construction and use. In severe cases, accidents may even occur. Therefore, appropriate methods need to be adopted to prevent and control cracks during construction. This article summarizes and analyzes the hazards, locations, and causes of cracks in concrete structures during construction, and explores the crack prevention and control measures that should be taken during the design and construction stages. Finally, corresponding treatment plans for different cracks are proposed, which can provide reference and guidance for the prevention and control of concrete cracks in the future.

Key words: architectural engineering; construction concrete; crack prevention

建筑施工中,混凝土构件可能因为各种内外因素,致使产生较多的裂缝,这些裂缝会在一定程度上影响建筑的使用感受,甚至影响结构质量、安全。在实际工程中,各参建单位均需要对混凝土构件的裂缝防治方法加以重视。成权^[1]对混凝土裂缝的类型和成因加以分析和论述,在防治方面主要提出应进行材料控制,如配比、添加物、添加剂、后期养护等因素,同时提出裂缝处理方案;周舟^[2]除对裂缝的类型和成因进行研究外,

在裂缝防治措施中,指出应完善混凝土施工设计、控制原材料质量、优化配比、控制施工温度、落实养护和减少荷载;黄俊^[3]分析裂缝的成因,引入反射裂缝的概念,关于裂缝处理措施有:选用低水化热水泥、控制配比、局部加筋和后期养护,并提出置换法和仿生自愈法的裂缝处理措施。

以上对于混凝土裂缝的防治问题,往往在类型、危害、成因、材料配比、温控方面的研究较多,对施工阶段的实操管理论述较少。本文着重

收稿日期: 2023-12-08

作者简介: 季 亮(1987—),男,工程师,从事建筑施工与管理方面的工作。

提出应在施工阶段考虑裂缝成因并采取管控措施。关于防治问题不但应从源头选材上把关,而且在施工工序层面更需要加强管理,防止裂缝产生,作业后也应采取保护、养护措施。同时,对于已产生的裂缝,可针对具体情况,采取有效的处理办法修补裂缝,避免裂缝的进一步发展和减少裂缝的危害,确保建筑物的观感和结构安全。

1 裂缝的危害和产生部位

1.1 裂缝的危害

混凝土裂缝影响结构的安全和质量,具有较为严重的危害,主要影响钢筋及混凝土本身的强度,导致降低混凝土构件,甚至整体结构承受荷载的能力。当混凝土表面出现较大裂缝时,混凝土内部安装的钢筋就会暴露在空气当中,与空气中的水和氧发生化学反应,导致钢筋锈蚀。在产生裂缝后,如未及时针对裂缝采取修补加强措施,容易使钢筋锈蚀的程度加剧,影响与混凝土的粘结锚固力,同时影响钢筋材料本身的受力性能。结构钢筋锈蚀如图 1 所示。



图 1 结构钢筋锈蚀

混凝土表面出现裂缝时,建筑物构件的整体强度将受到影响,承载能力也随之降低,随着施工的进行,构件承受的荷载逐步增加,混凝土表面裂缝会越来越大。如在雨季施工,施工荷载较高时,这些裂缝会随着扩大,并向构件中心开裂,进而可能产生更多的分散裂缝,导致钢筋与混凝土共同承受荷载的能力降低,以至于影响下步结构施工的安全。

1.2 裂缝产生部位

由于混凝土建筑物的结构复杂,导致裂缝出现的部位呈现差异性。一般比较常见的裂缝主要出现在混凝土构件结构薄弱部位、钢筋复杂的锚

固区、大体积混凝土、超长结构混凝土表面等部位。在进行混凝土的裂缝防控时,需要结合具体的裂缝成因开展防控工作。

因施工需要留置的施工缝即属于薄弱连接部位,施工中如处理不到位,容易产生裂缝;而结构尺寸变化导致的模板加固不到位或振捣不实也容易导致连接部位出现裂缝。

钢筋复杂的梁柱节点核心锚固区则会由于内部钢筋较多,在振捣不密实、钢筋偏位的情况下,也容易产生内部空隙及表面裂缝。

大体积混凝土因浇筑体量较大,浇筑后产生大量水化热,集聚在结构内部不易散发,从而形成内外温差较大的现象,易在混凝土表面形成裂缝甚至贯穿裂缝,影响结构承载力和安全^[4]。

超长结构混凝土因涉及大面积的梁、板、柱构件,相互之间存在的约束较多,当构件内外产生温度变化时,可能存在内外膨胀或收缩,进而在构件表面出现裂缝^[5]。

2 裂缝产生原因

2.1 温度变化

温度可导致裂缝的产生。混凝土浇筑施工完毕后,在水化反应初期,剧烈的化学反应导致构件内部温度增高,当水化热无法散发,形成较大的压力,遇到外部温度较低,出现内外温差较大的情况时,容易在表面或内部产生裂缝。

地区白天黑夜温度差异较大,往往是导致温度裂缝的重要因素,特别是对于大体积混凝土构件影响较大。因此,在施工中现场人员施工前需与搅拌站提前沟通,做好混凝土入模温度保障措施,施工时做好完成面的表面温度控制,或者是在部署混凝土施工前关注户外气温,合理安排混凝土施工时间,为混凝土施工预备良好的温度应对措施,降低出现裂缝的机率^[6]。

2.2 材料原因

2.2.1 水泥性能

研究调查结果显示,混凝土的水泥品种和水泥细度会对混凝土的裂缝情况造成比较直观的影响。由于一些混凝土内部含有较多的硅酸三钙,这种物质的含量越高,混凝土的收缩率就越高,

同时会使混凝土的抗裂能力下降,导致混凝土出现开裂的问题。另一些含有较多铝酸三钙的混凝土则呈现出收缩率低、抗裂性高的状态。在搅拌站管控不严格的情况下,把不同品种的水泥混合使用,会由于两种水泥之间的抗裂性能不同,而出现混凝土开裂的问题。所以在施工时,应尽量要求搅拌站选用同一种水泥。

2.2.2 骨料性能

混凝土的收缩率主要受3种因素影响:

(1) 骨料的细度。如果骨料的砂较细,那么同等重量的骨料在配比时就需要加入更多的水泥材料,而由于水泥材料的增加会导致混凝土的收缩性增加,最终导致混凝土整体出现裂缝的情况;

(2) 砂率。在砂率较高的情况下会导致混凝土的收缩性显著增大,使混凝土干燥之后更容易出现裂缝,对混凝土建筑的安全性造成较大的影响;

(3) 粗骨料级配。粗骨料级配也和混凝土的收缩性有较大的关系,为有效的控制混凝土的收缩问题,可以选择合适颗粒的骨料,这样可以在降低混凝土的收缩程度的同时减少水泥的使用量,既能保证建筑的安全,还能够有效降低造价成本^[7]。

2.3 施工管理原因

在混凝土浇筑作业开始阶段,施工单位选择的搅拌站距离浇筑点较远,可能出现混凝土运输车辆交通堵塞,导致供应不及时的现象;或者因搅拌站与施工人员沟通有误,致使调度出现差错,出现车辆到场扎堆现象。以上现象均可能导致混凝土浇筑不连续,浇筑间隙时间超过混凝土初凝时间,最终不同时间浇筑的混凝土无法结合紧密,而导致裂缝产生。

此外,因混凝土施工技术交底不到位,出现浇筑工人振捣间距、深度等不符合混凝土施工方案的现象,进而导致混凝土在浇筑中因振捣不到位,钢筋混凝土内部在浇筑的过程中会出现气泡,这些孔洞因在构件内部,成型后将降低构件承载力,并且容易在表面产生裂缝;其次,振捣不到位可导致混凝土材料内部胶凝材料、骨料、砂子不能在重力作用下均匀分布在构件中,导致构件底部或其他部位漏出骨料或出现明显裂缝,从而影响整个构件的受力性能(图2)。



图2 振捣不到位骨料下沉

因施工进度需要,在已浇筑的混凝土抗压强度未达到一定程度时,在构件上行走、增设施工荷载或;或者浇筑过程中,下部支撑体系支撑力不足,均能使混凝土在不具备抵抗外部荷载的能力时,承受荷载或者变形,直接导致构件内部应力发生变化,以至于出现内外部裂缝(图3)。



图3 支撑不足导致裂缝

浇筑时,因未能有效管理工人,或者钢筋保护层垫块绑扎不牢固,以至于钢筋发生移位,紧贴模板,从而使钢筋保护层厚度不符合要求,此情况也容易产生裂缝,且裂缝产生的面积较大(图4)。



图4 钢筋垫块缺失导致裂缝

施工缝处理不当也可产生裂缝,钢筋甩茬部位的混凝土结合面未剔凿到至骨料完全显现;在混凝土浇筑前,未浇筑同标号的水泥砂浆,直接浇筑混凝土,也可导致裂缝的发生。

3 裂缝防治措施

3.1 做好前期结构设计

项目立项后,在设计阶段应采取一定方式防

止裂缝的出现。可采取如合理布置结构、适当控制构件长度、设置加强带、后浇带等方式。其中,后浇带可在结构说明中对浇筑时间、混凝土参数加以表述,在平面图中注明后浇带的分布情况、细部构造等内容。也可在适当部位设计温度应力分布钢筋,提高构件对温度应力的抵抗能力,减少裂缝的产生。

3.2 合理选择材料

混凝土裂缝与材料质量密切相关,因此,要充分重视保证材料质量达标。

施工中应考察混凝土搅拌站的规模和资质、材料供应链成熟度、运输车的数量、距离项目所在地的距离、交通是否便利等信息。对同一标号的混凝土应确保能够选用同一种水泥来完成混凝土制作,确保混凝土供应质量。同时,应确保砂的含量、细度、碎石集配等指标符合要求,从源头有效的控制混凝土的质量,为避免裂缝的产生创造条件。

3.3 做好混凝土施工管理工作

在混凝土浇筑工作开展之前,施工技术人员就应从混凝土运输阶段加强管理,做好混凝土供应调度和运输管理工作,避免因混凝土运输时间过长、运输中未随时搅拌、罐体未保温等原因,导致到场混凝土出现分层、离析的现象,进而施工后引发裂缝的产生。

在进行混凝土的浇筑工作时,应该严格的控制混凝土的泵送速度和倾倒高度。由于混凝土在浇筑之后会产生水分和气泡,所以在浇筑时,严控泵送的速度,做到施工人员能随时对混凝土进行振捣,使混凝土骨料上下均匀分布;遇到现场情况受限制,可采取串桶、溜槽等措施,确保混凝土下落高度不超过 2 m。减少内部气泡和离析情况发生,达到减少裂缝的目的。此外,在混凝土初凝前可设置专人做二次振捣,这样利于解决混凝土坍落度大、气泡多及产生裂缝等质量问题。

浇筑过程中,应派专人负责观察支撑体系的稳固性、钢筋垫块是否牢固、保护层支架、预埋件和预留洞的稳定情况。如发现模板膨胀,支撑移位,应及时查明原因,及时采取响应措施整改,必要时可暂停浇筑工作^[8]。

施工缝应预留在合理的位置,浇筑完成且混凝土抗压强度达到 1.2 MPa 后,安排专人清除浮浆、疏松石子、软弱混凝土层,同时剔凿结合面至漏出连续骨料。在进行后续混凝土浇筑作业前,确保混凝土表面清理干净,无积水后,开始浇筑作业,首先应先在施工缝处浇筑同混凝土配比的水泥砂浆,再进行混凝土浇筑,确保结合面接触充分,最大可能的减少裂缝。

可靠的施工管理方式,可使混凝土材料密实度、抗压强度能够得到显著的提升,减少裂缝及产生蜂窝麻面等观感质量问题。

3.4 部署温度控制措施

在混凝土浇筑作业中,应加强周边环境的气温监测工作,建立温度测量专项方案,实施混凝土内外温差测量监控工作。浇筑时,可预埋电子测温线(图 5),将中心温度和表面温差控制在 20~25℃ 范围内为宜。如果白天温度过高,则尽可能安排在夜晚浇筑,从而减小温差的影响。在进行大体积混凝土浇筑时,可以选用斜面分层浇筑,利用混凝土的自然流淌形成斜坡进行分层。在浇筑班组开始工作前,需管理人员应提前做好天气预报的查询工作,尤其是知晓白天及夜间温度变化,提前应对温度变化,安排部署保温材料准备工作,应对环境温度^[9]。



图 5 预埋电子测温线

在夏季温度较高的环境下,随着浇筑进行,随时使用塑料薄膜覆盖或毛毡等材料保水,浇筑完毕后,增加浇水养护的频率,可有效地防止表面裂缝的产生(图 6)。

在一些昼夜温差较大,或者北方的冬季进行混凝土浇筑的时候,为了防止混凝土由于内外温差过大而出现裂缝,施工人员应该根据测温情况,选择使用阻燃稻草被、棉被等保温材料来对混凝土表面进行均匀覆盖,以降低内外温度的差异,



图 6 浇筑中塑料薄膜保水

同时也阻止混凝土表面水分结冰, 从而降低混凝土发生裂缝情况的可能性(图 7)。



图 7 冬季保温棉被保温

4 裂缝处理措施

裂缝处理前, 应预先判断裂缝的类型, 做好鉴定工作, 调查和分析构件在整体结构中所处的位置和受力, 及建筑周边环境的影响程度, 分析裂缝产生的原因, 鉴别裂缝的类型, 并判断其发展程度和目前及以后将造成的危害性。修补方案的确定应参考鉴定结果, 针对性地选择出较为合理的修补方式。

4.1 一般裂缝

因温度差异、内部应力或者构件表面失水造成的一般性表面裂缝, 往往不影响结构的极限承载能力, 仍满足正常使用状态的要求时, 可以采用修补的方式进行处理。常见的处理方法有表面修补、填充法、灌浆法, 在实际工作中, 根据裂缝的宽度或裂缝型式, 应采用不同的处理方法。

(1) 当裂缝宽度在 0.3 mm 以下时, 裂缝较浅, 也难以向更深的方向发展, 随着时间的推移宽度也变化较小, 此类裂缝呈现短而不规则的状态, 未贯穿整个构件的一侧宽度, 深度也未达到构件最外侧钢筋表面, 此时可以使用修补法, 即用水泥浆修补表面, 或者直接涂刷防水涂料处理。

(2) 当裂缝宽度大于 0.3 mm 时, 可采用填充

法或灌浆法处理。在裂缝宽度范围内, 剔凿处 V 型、U 型槽, 剔凿深度以见到骨料为适宜, 宽度在 15 ~ 20 mm 之间, 之后确保切槽面无灰尘并处于干燥状态, 可使用混合砂浆、专用环氧树脂类或聚合物类补缝剂处理。表面再粘贴纤维类复合材料提高修补强度, 之后再施加保护层进行保护。

灌浆法是使用专用灌浆设备通过增加压力, 在一定时间内, 将修补液注射进裂缝隙中, 填充密实内部孔隙, 此方法适合范围较广泛, 既可用于微小裂缝, 也可用于较长较大的贯穿裂缝。对于大体积混凝土构件表面裂缝, 或者贯穿型裂缝修补, 可优先选用此方式进行修补, 施工方便, 效果提升明显^[10]。

4.2 结构裂缝

结构裂缝是已经影响结构构件受力性能的裂缝。此类裂缝造成的影响较大, 小范围可影响独立构件性能、区域承载性能, 大范围可影响结构的整体受力性能, 或者影响整个建筑物的刚性、稳定性, 严重可导致坍塌后果。

此类裂缝产生的主要原因有设计混凝土强度不足、截面尺寸差异导致的刚度不足、施工荷载超标、配筋率低、钢筋锚固长度不够、预应力张拉、不均匀沉降等。

对于结构裂缝, 最重要的一点应以预防为主, 防治结合, 否则在出现该类裂缝后造成的影响较大。设计时应尽可能的考虑全面, 计算准确, 避免出现基本的设计问题。

因涉及结构安全问题, 在产生结构裂缝时, 应及时上报项目负责人, 可组织召开专题会议, 研讨裂缝成因, 必要时可委托专家进行专家论证, 及时采取应对措施, 阻止裂缝进一步发展, 杜绝安全施工发生。

此类裂缝可采用结构加固的方式增强构件承载力, 常用的方式有碳纤维加固、粘钢加固、增大截面加固、包钢加固、植筋加固, 做法的选择应根据实际情况而定。

5 结 论

综上所述, 混凝土裂缝的防治对建筑的耐久

(下转第 86 页)

- 研究[D]. 南昌:华东交通大学,2023.
- [6] 王申杰,孙立权,路希鑫,等. BIM 和智能物联网技术在装配式建筑智能建造中的应用研究[J]. 住宅产业, 2023(8):75-78.
- [7] 杨涛. BIM 技术在预制装配式住宅设计及其绿色施工中的应用研究[J]. 工程与建设, 2023, 37(4): 1252-1255.
- [8] 吉安市人民政府.《吉安市关于进一步推进装配式建筑发展的实施意见》(EB/OL)[2021-12-19] <https://www.jian.gov.cn/xxgk-show-10192870.html>.
- [9] 徐友全,温雪梅,马升军,等. 基于 ISM 的全过程工程咨询模式实施障碍因素分析[J]. 建筑经济,2022, 43(10):81-89.
- [10] 卢少壮,陈英杰,隋岩鹏,等. 基于演化博弈论装配式建筑激励策略仿真研究[J]. 计算机仿真,2022, 39(9):298-303;482.
- [11] 谢炎连,许超. 基于 DEMATEL 的绿色建筑开发意愿影响因素分析[J]. 工程建设,2020,52(3):73-78.
- [12] 范贺凡,马军旗,陈军程,等. BIM 技术在我国装配式建筑中的应用与发展[J]. 科技创新与应用,2023, 13(10):168-172.
- [13] 马振宇,朱凯,汪慧琳. 苏州装配式建筑产业发展现状问题及对策分析[J]. 工程技术研究,2022,7(21): 219-221.

(上接第 43 页)

性、安全性尤为重要。裂缝的成因存在多样化的特点,但均对结构的性能产生不利影响。本文通过对混凝土裂缝的危害、分布情况、成因进行论述和分析,提出从设计环节、材料供应环节应采取的相应裂缝防治措施,尤其对于混凝土现场作业环节则提出实操性较强的裂缝防治办法,具体到混凝土运输、浇筑、振捣、温控布线、养护等工序,以达预防裂缝产生的目的;同时也提出对于不同种类的裂缝应采用合适的处理方式来处理裂缝,以达到降低或者消除裂缝危害的目的。本文提出的裂缝防治经验可为施工中遇到类似问题提供帮助和借鉴。

参考文献:

- [1] 成权. 浅谈建筑工程施工中混凝土结构与砌体结构的裂缝防治[J]. 低碳世界, 2017(9):121-122.
- [2] 周舟. 建筑工程施工中混凝土裂缝防治技术研究[J]. 中国住宅设施,2023(12):112-114.
- [3] 黄俊. 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,2023(33):133-135.
- [4] 白治琴. 建筑工程施工中大体积混凝土裂缝控制技术[J]. 工程机械与维修,2023(4):158-160.
- [5] 梁德龙. 超长大体混凝土施工中的裂缝控制技术[J]. 中国高新科技,2023(20):59-61.
- [6] 张敏,周先镭. 建筑工程施工中混凝土裂缝的成因与治理[J]. 环球市场,2019,85(7):58-59.
- [7] 杨勇. 建筑材料性能对混凝土早期裂缝的影响研究[J]. 居业,2019,5(5):2-3.
- [8] 王志良. 建筑工程施工中混凝土浇筑工艺及裂缝控制研究[J]. 居舍,2023(28):67-70.
- [9] 陈昌腾. 基于混凝土裂缝控制技术在房屋建筑施工中的应用[J]. 中国建设信息化,2021(3):70-71.
- [10] 朱丽华. 关于房屋施工过程中混凝土裂缝问题的处理探讨[J]. 工业设计,2019,2(2):53-53.