

建筑施工中混凝土裂缝控制技术研究

赵永立 马新超 张帅 吕彪 潘磊

中国建筑第七工程局有限公司

DOI:10.12238/ems.v6i9.8875

[摘要] 混凝土裂缝问题是建筑施工中的常见质量问题,直接影响建筑物的结构性能与耐久性。本文分析了建筑工程混凝土施工中常见的裂缝问题,并探讨了有效的裂缝控制技术要点,包括混凝土配合比设计、混凝土浇筑全过程的质量控制、合理的养护处理,以及膨胀剂和纤维增强剂的使用等。同时,针对施工过程中容易出现的沉陷裂缝、塑性收缩裂缝、温度裂缝和干缩裂缝,提出了相应的控制与处理措施,以期为建筑工程中的混凝土裂缝控制提供理论和实践指导。

[关键词] 建筑施工、混凝土裂缝、控制技术、配合比设计、养护处理、裂缝处理

Research on Concrete Crack Control Technology in Construction

Zhao Yongli, Ma Xinchao, Zhang Shuai, Lv Biao, Pan Lei

China Construction Seventh Engineering Bureau Co., Ltd

[Abstract] Concrete cracking is a common quality problem in construction, which directly affects the structural performance and durability of buildings. This article analyzes the common crack problems in concrete construction of building engineering, and explores the key points of effective crack control technology, including concrete mix design, quality control throughout the concrete pouring process, reasonable curing treatment, and the use of expansion agents and fiber reinforcement agents. At the same time, corresponding control and treatment measures have been proposed for the settlement cracks, plastic shrinkage cracks, temperature cracks, and dry shrinkage cracks that are prone to occur during the construction process, in order to provide theoretical and practical guidance for concrete crack control in building engineering.

[Keywords] construction, concrete cracking, control technology, mix design, curing treatment, crack treatment

1 建筑工程混凝土施工中常见裂缝问题

在建筑工程中,混凝土裂缝的产生直接关系到结构的安全性和耐久性,其成因复杂且多样。沉陷裂缝通常是由地基的不均匀沉降引起,主要发生在建筑物的基础部分;塑性收缩裂缝则多见于混凝土初凝阶段,由表面水分快速蒸发引发的体积收缩所致;温度裂缝是由于混凝土内部和外部温度差异过大导致的热应力集中引起,常见于大体积混凝土结构;干缩裂缝则源于混凝土硬化过程中内部水分的持续蒸发,导

致的体积收缩。各类裂缝的控制不仅依赖于合理的配合比设计和施工工艺,还需要在材料选择、浇筑过程控制和养护措施上进行精细化管理,以确保混凝土结构的整体性和长久性。

2 建筑工程混凝土施工裂缝控制技术要点

2.1 混凝土配合比

在混凝土施工中,合理的配合比设计是确保混凝土质量和防止裂缝的重要基础。具体而言,水灰比是关键控制参数之一。一般工程中,水灰比应控制在0.4至0.6之间,这不

仅能保证混凝土的流动性, 还可确保抗压强度达到 30MPa 以上。骨料的选择同样重要, 骨料最大粒径应控制在 25mm 以下, 保证良好的级配, 从而降低混凝土内部的孔隙率, 提高密实度。掺合料如粉煤灰或矿粉的添加量通常为水泥重量的 10% 至 20%, 这一比例能够有效提高混凝土的抗拉强度及弹性模量, 减少收缩开裂风险。为了进一步提升抗裂性能, 添加减水剂和引气剂也是常见措施。减水剂的掺量一般为水泥重量的 0.8% 至 1.5%, 有助于降低混凝土的用水量, 提高密实度与抗裂性能。

2.2 混凝土浇筑全过程控制

混凝土浇筑过程中的细节控制直接影响到混凝土结构的完整性及裂缝的形成。首先, 浇筑速度必须均匀, 每小时的浇筑高度应控制在 1.5 米以内, 以防止过快或过慢浇筑造成的混凝土分层现象。振捣工艺则需要精确把控, 通常采用插入式振动器, 振捣时间应在 15 至 30 秒之间, 这样既能确保混凝土的密实度, 又能避免因过度振捣引发的离析现象。在温度极端的施工环境下, 也需采取相应的措施。例如, 在高温环境中, 浇筑前可通过降温水雾将混凝土温度控制在 28℃ 以下, 以防止温度过高导致混凝土水化反应加速。在低温条件下, 需确保混凝土入模温度不低于 5℃, 以防止因温度过低导致的凝结延迟或冻害。通过对浇筑过程的全方位控制, 可以有效避免施工工艺不当引发的裂缝, 从而确保混凝土结构的耐久性与稳定性。

2.3 混凝土养护处理

混凝土的养护处理是控制裂缝产生的关键环节, 尤其在早期硬化阶段。湿养护是最常见且有效的养护方法, 其持续时间通常不少于 7 天, 期间需要保持混凝土表面湿润, 防止水分过快蒸发造成干缩裂缝的形成。不同水泥品种的混凝土对养护时间的要求也有所不同, 例如, 高铝水泥混凝土的养护期一般需延长至 14 天以上, 以防止早期强度增长过快而引发裂缝。覆盖养护是一种有效的辅助措施, 可选用湿麻袋或塑料薄膜覆盖混凝土表面, 以确保其表面温度波动小于 10℃, 从而减少温度裂缝的风险。在寒冷季节施工时, 还需采取保温养护措施, 确保混凝土表面温度保持在 10℃ 至 20℃ 之间, 以防止冻融循环导致的结构性裂缝。通过科学而严格的养护处理, 不仅可以显著提高混凝土的致密性和抗裂性能, 还能有效延长建筑物的使用寿命, 确保其在长期使用中的安全性和稳定性。

2.4 膨胀剂和纤维增强剂的使用

在混凝土中合理加入膨胀剂和纤维增强剂可以有效提高其抗裂性能。膨胀剂通过内部膨胀补偿混凝土的干缩现象, 从而减少裂缝的风险。常用的膨胀剂掺量约为水泥重量的 5 至 8 个百分点, 以三硫型膨胀剂为例, 当掺量达到 6 个百分点时, 混凝土的自由膨胀率可达到 0.02 个百分点, 有效缓解因干缩引发的裂缝问题。纤维增强剂则通过增加混凝土的抗拉强度和韧性, 抑制裂缝的形成。常用的纤维包括钢纤维、聚丙烯纤维和玻璃纤维, 其中钢纤维的添加量通常为 25kg/m³, 可使混凝土的抗拉强度提升至 4MPa 以上。纤维的分散性与长度控制同样重要, 通常纤维长度需保持在 12 至 25mm 之间, 以确保其在混凝土中的均匀分布。通过科学使用膨胀剂和纤维增强剂, 混凝土的抗裂性能得以显著提升, 从而提高工程的整体耐久性与稳定性。

2.5 后期维护和监测

在混凝土结构施工完成后, 后期的维护与监测工作对防止裂缝扩展至关重要。定期维护措施包括裂缝封闭处理, 尤其是宽度超过 0.3mm 的裂缝, 通常采用环氧树脂注入法进行修补, 以防止裂缝进一步扩展。监测方面, 建议定期开展外观检查和结构健康监测。每季度应使用裂缝宽度计或激光测距仪记录裂缝宽度变化, 确保其不超过 0.2mm 这一规范限值。对于重要结构, 建议安装应变片或传感器, 对混凝土的应变变化进行实时监测, 并通过无线传输系统将数据发送至监测平台, 及时反馈裂缝变化趋势。系统的后期维护与监测不仅能够及时发现并处理潜在问题, 还能有效预防混凝土裂缝的扩展, 从而确保建筑结构的长期安全性和稳定性。

3 建筑工程混凝土常见施工裂缝控制与处理的措施

3.1 沉降裂缝的控制

沉降裂缝通常是由于地基的不均匀沉降引起的, 是建筑施工中常见且危害较大的裂缝类型。为了有效控制沉降裂缝的产生, 施工前必须进行详细的地基勘察和处理。地基勘察应包括土层的承载力测试、含水量测定和沉降变形分析等, 尤其对于软弱地基, 应采取地基加固措施, 如换填法、压密注浆法或预压法, 以提高地基的均匀性和稳定性。地基加固后, 沉降速率应控制在合理范围内, 一般要求沉降速率不超过 1mm/月, 确保地基的长期稳定性和均匀沉降。

在施工过程中, 基础施工阶段的沉降控制尤为重要。为防止不均匀沉降导致的裂缝, 应严格控制基础的荷载分布和施工顺序, 避免大面积的集中荷载。对于高层建筑或重要工程, 建议采用分层分区施工, 逐层加载, 以降低沉降差异。

同时, 沉降观测也是必要的技术手段, 通过布置沉降观测点, 利用高精度水准仪或全站仪定期测量地基沉降量, 一般每周至少进行一次沉降监测, 确保沉降值符合设计规范要求, 从而预防沉降裂缝的产生, 保证建筑物的整体安全性。

3.2 塑性收缩裂缝的控制

塑性收缩裂缝主要发生在混凝土的初凝阶段, 尤其是在浇筑后的数小时内。这类裂缝通常由混凝土表面水分蒸发过快导致的体积收缩引起。为了有效控制塑性收缩裂缝, 施工中应特别关注混凝土表面的蒸发速度。在高温、低湿度或有风的环境下, 蒸发速度会显著增加, 从而加剧塑性收缩裂缝的风险。施工时, 建议通过调节水灰比及适当增加掺合料, 如粉煤灰或硅灰, 来增强混凝土的抗裂性能, 同时还可以在混凝土表面喷洒保湿剂或覆盖塑料薄膜, 降低表面水分蒸发速率。通常, 采用塑料薄膜覆盖时, 应确保混凝土表面完全覆盖, 且覆盖时间不应少于6小时。

此外, 适当调整混凝土的施工时间和环境条件也是控制塑性收缩裂缝的重要措施。在炎热或干燥气候下施工时, 应尽量选择在早晨或傍晚进行浇筑, 避免在中午高温时段施工, 以减少水分流失。对于大面积浇筑的工程, 应采取分区分段浇筑方式, 及时养护, 以确保混凝土表面均匀湿润, 避免因局部水分散失过快而产生裂缝。

3.3 温度裂缝的控制

温度裂缝主要是由于混凝土内部和外部的温度差异过大导致的热应力引发。这类裂缝通常出现在大体积混凝土结构中, 如基础底板、桥梁墩台等。为有效控制温度裂缝, 应合理安排浇筑时间, 避免在昼夜温差较大的环境下施工。建议选择温差较小的早晨或夜间进行大体积混凝土的浇筑, 以降低温度梯度的影响。一般来说, 混凝土内部温度与环境温度的差异应控制在 20°C 以内, 以防止因温差过大而产生裂缝。

在施工过程中, 保温措施的合理使用也是控制温度裂缝的重要手段。可以在混凝土表面覆盖保温材料, 如草垫、岩棉或泡沫板, 以减少表面温度的急剧变化。此外, 内部冷却措施也是一种有效的控制手段, 尤其对于大体积混凝土施工, 可以在混凝土内部设置冷却水管, 通过通水降温的方式, 控制混凝土内部温度上升速率, 一般冷却水的温度应控制在 10°C 以下, 且冷却时间应持续至混凝土硬化完成。

3.4 干缩裂缝的控制

干缩裂缝是混凝土在硬化过程中, 由于内部水分蒸发引

起体积缩小而产生的裂缝, 通常发生在混凝土的养护后期。为减少干缩裂缝, 首先应严格控制混凝土的水灰比, 避免因水灰比过高导致的干缩过大。通常, 水灰比应控制在0.4至0.6之间, 以确保混凝土具有较好的抗裂性和耐久性。此外, 适当添加引气剂或减水剂, 可有效降低混凝土的干缩率, 引气剂的掺量通常为混凝土重量的 $4\text{--}6\text{kg}/\text{m}^3$, 有助于提高混凝土的抗裂能力。

加强早期养护是控制干缩裂缝的另一关键措施。在混凝土浇筑完成后的24小时内, 应立即进行覆盖养护或洒水养护, 以保持混凝土表面的湿润状态。通常, 养护时间应不少于7天, 养护期间应保持混凝土表面湿润, 洒水的频率应根据气候条件适当调整, 以确保混凝土表面不出现干燥裂纹。在干燥环境下, 还可使用养护剂喷涂, 以形成一层保护膜, 减少水分蒸发。此外, 在设计配合比时, 还应考虑骨料的最大粒径和级配, 骨料粒径过大或级配不合理会导致混凝土的干缩增大, 从而增加裂缝风险。

4 结语

混凝土裂缝问题是建筑施工中的关键质量控制难题, 通过科学设计混凝土配合比, 精确调整水灰比、骨料粒径及掺合料比例, 可以有效提升混凝土的抗裂性能。优化浇筑工艺和加强养护处理, 如控制浇筑速度、振捣时间及温度条件, 能显著减少裂缝风险。此外, 采用膨胀剂和纤维增强剂等材料, 通过提高混凝土的抗拉强度和韧性, 进一步增强其抗裂能力。针对裂缝的预防和修补措施, 有助于提升建筑物的整体质量和耐久性。

[参考文献]

- [1] 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, 000(016): 161-163.
- [2] 匡颖. 建筑混凝土施工技术的要点探讨[J]. 中文科技期刊全文数据库全文版工程技术, 2024, 000(003): 0094-
- [3] 赵晓建. 探究土木工程建筑中混凝土裂缝的施工技术[J]. 中国科技期刊数据库 工业A, 2023, 000(003): 0065-
- [4] 苏彦凯. 论建筑工程施工中混凝土裂缝的防治技术[J]. 建筑·建材·装饰, 2024, 000(009): 157-
- [5] 郭红伟. 建筑工程大体积混凝土施工技术要点的研究[J]. 中文科技期刊数据库引文版工程技术, 2023, 000(007): 0095-