

# 建筑材料性能对混凝土早期裂缝的影响

刘全喜

深圳市众力建混凝土有限公司 广东 深圳 518000

**摘要:**在当前建筑行业中,地下室侧墙混凝土早期裂缝问题因其对结构安全、耐久性及整体美观性的显著影响,已成为亟待解决的关键技术难题。本文聚焦于建筑材料性能对混凝土早期裂缝的影响,特别是针对地下室侧墙这一特殊部位,深入剖析了裂缝频发的根本原因,包括水泥及矿物掺合料性能、混凝土、施工条件、环境因素等多方面因素的综合作用,并揭示了矿物掺合料性能在裂缝形成过程中的关键作用机制,强调了材料选择的重要性。

**关键词:**建筑材料性能;混凝土;早期裂缝影响

## 引言

随着城市化进程的加速和高层建筑、地下空间的广泛开发,混凝土作为现代建筑的主要结构材料,其性能稳定性和耐久性日益受到重视。地下室侧墙因材料、施工及环境等多重因素,初期易现裂缝,影响建筑整体质量和安全。本文围绕地下室侧墙混凝土早期裂缝问题展开研究,旨在通过深入分析建筑材料性能对裂缝形成的影响机制,提出科学有效的控制策略,为提升建筑工程质量、保障结构安全提供有力支持。

## 1 混凝土早期裂缝频发的原因

(1) 水泥水化热与温差应力。水泥在水化过程中会释放大量热量,对于大体积的地下室侧墙混凝土而言,内部热量难以迅速散发到外部环境,导致内外温差显著<sup>[1]</sup>。这种温差会在混凝土内部产生温度应力,当应力超过混凝土的抗拉强度时,就会产生裂缝。特别是在冬季施工或昼夜温差大的地区,这种由温差引起的裂缝更为常见。

(2) 收缩变形。混凝土的收缩主要包括干燥收缩、化学收缩和自收缩等。在地下室侧墙中,由于墙体较厚且处于地下室环境中,混凝土的干燥收缩可能受到一定抑制,但化学收缩和自收缩仍不可忽视。这些收缩过程会导致混凝土体积减小,若受到模板或钢筋的约束,就会产生拉应力,进而引发裂缝。(3) 施工工艺与质量控制。施工工艺的不当和质量控制不严也是导致混凝土早期裂缝的重要原因。例如,混凝土浇筑时振捣不均匀会导致混凝土内部出现空洞和疏松区;模板支撑不牢固或过早拆模会使混凝土在未达到足够强度时承受外力作用;混凝土养护不到位则会使混凝土表面过快干燥产生收缩裂缝。(4) 地下室环境与外部荷载。地下室侧墙长期处于地下室环境中,水的渗透和侵蚀作用会加速混凝土的劣化过程。地下室位的波动也会对侧墙产生水压作用,增加裂缝产生的可能性。此外,外部荷载如土压

力、水压力等也会对侧墙混凝土产生应力作用,当应力超过混凝土的承载能力时就会引发裂缝。

## 2 建筑材料性能对混凝土早期裂缝影响的研究

### 2.1 施工材料导致裂缝

水泥的水化热特性是导致大体积混凝土内部温度升高的主要原因,进而引发温差应力和裂缝。在地下室侧墙施工中,若选用的水泥品种不当或用量过大,会加剧这一问题。此外,水泥的干缩性能也是裂缝产生的原因之一,尤其是当水泥比表面积过大或含有过多游离氧化钙时,会加剧混凝土的收缩变形,从而引发裂缝<sup>[2]</sup>。骨料作为混凝土的骨架材料,其物理性能同样对混凝土的抗裂性能产生重要影响。在地下室侧墙中,若骨料含泥量过高、级配不良或粒径分布不均,会导致混凝土内部应力分布不均,增加裂缝产生的风险。特别是当骨料与水泥浆体的界面粘结力不足时,裂缝更容易在界面处产生。此外,掺合料和外加剂的使用也是影响混凝土抗裂性能的重要因素。适量的掺合料(如粉煤灰、矿渣粉等)可以改善混凝土的工作性能、提高强度和耐久性,但过量使用或掺配不当则可能适得其反,加剧混凝土的收缩变形和开裂风险。外加剂(如减水剂、膨胀剂等)的合理使用可以显著降低混凝土的水灰比、提高密实度和抗裂性能,但同样需要严格控制用量和掺配方式。

### 2.2 矿物掺合料性能

在地下室侧墙混凝土施工中,矿物掺合料的性能对控制早期裂缝具有至关重要的作用。然而,不恰当的掺合料选择或使用方式可能直接导致侧墙开裂,这一问题不容忽视。矿物掺合料的种类繁多,如粉煤灰、矿渣粉、硅灰等,每种掺合料的物理、化学性质及其对混凝土性能的影响各不相同。若选择的矿物掺合料与水泥、骨料等材料的相容性差,或在混凝土中的掺量不当,将直接影响混凝土的强度、收缩性和抗裂性。矿物掺合料

的细度和颗粒形态也是影响混凝土性能的关键因素。细度过高或过低的掺合料都可能导致混凝土内部孔隙结构不合理,降低混凝土的密实度和抗渗性,从而增加开裂风险。此外,掺合料颗粒形态的不均匀也会引发混凝土内部应力集中,促进裂缝的产生。

### 3 对混凝土早期裂缝的控制

#### 3.1 原材料的合理选择

(1) 水泥,作为混凝土的“灵魂”,其性能对混凝土的影响不言而喻。针对地下室侧墙这一特殊环境,我们首要考虑的是水泥的水化热特性。低水化热的水泥品种,如中热硅酸盐水泥或低热矿渣水泥,成为首选。这类水泥在水化过程中释放的热量相对较少,有助于减少混凝土内部因温度急剧升高而产生的温差应力,从而降低裂缝产生的风险。这些水泥还具备较低的收缩性,有助于控制混凝土在硬化过程中的体积变化,进一步防止裂缝的形成。(2) 骨料,作为混凝土的“骨架”,其质量同样关键。良好的级配意味着骨料颗粒之间能够紧密堆积,减少孔隙率,提高混凝土的密实度和强度。而较低的含泥量则避免因泥土颗粒吸水膨胀或干缩导致的混凝土内部应力集中,从而减少裂缝的产生。在地下室侧墙工程中,应选择质地坚硬、颗粒形状良好、级配合理且含泥量低的骨料,以确保混凝土的抗渗性和耐久性。(3) 矿物掺合料,如粉煤灰、矿渣粉等,是现代混凝土技术中不可或缺的一部分。它们不仅能够替代部分水泥,降低材料成本,更重要的是能够改善混凝土的工作性能、力学性能和耐久性。在地下室侧墙工程中,矿物掺合料的选择应基于其与水泥的相容性以及混凝土性能的正面贡献<sup>[1]</sup>。(4) 外加剂,如高效减水剂、膨胀剂等,是混凝土性能优化的重要手段。高效减水剂能够显著降低混凝土的水灰比,提高混凝土的强度和密实度,同时改善混凝土的工作性。膨胀剂则能在混凝土硬化过程中产生微膨胀效应,补偿混凝土的收缩变形,减少收缩裂缝的产生。在地下室侧墙工程中,应根据工程需求合理选用外加剂,并严格控制其掺量和使用方法,以确保混凝土性能的稳定性和可靠性。

#### 3.2 混凝土浇筑以及振捣施工

(1) 混凝土浇筑的精细控制。对于地下室侧墙而言,混凝土的浇筑必须做到精细控制,以确保混凝土能够均匀、连续地填充模板空间,避免形成冷缝或空洞。应合理安排浇筑顺序,确保混凝土能够自下而上、逐层推进,避免在模板内形成过大的高差和侧压力。其次,应控制混凝土的浇筑速度,避免过快导致混凝土内部气泡无法及时排出,或过慢引起混凝土初凝前的等待时间

过长,增加开裂风险。还需注意混凝土的坍落度调整,确保其既能满足泵送要求,又能保证浇筑后的密实度。

(2) 振捣施工的严格把控。在振捣过程中,应选用合适的振捣器,并根据混凝土的厚度和浇筑方式确定振捣点的布置和振捣时间。振捣应遵循“快插慢拔”的原则,即插入时速度要快,以免上层混凝土振实而下层混凝土中的气泡难以排出;拔出时速度要慢,以使振捣棒周围的混凝土能够充分填充振捣棒留下的孔洞。应确保振捣器插入下层混凝土中的深度不小于50mm,以加强上下层混凝土之间的结合。对于地下室侧墙这类大体积混凝土结构,振捣还需注意控制振捣时间和避免过振。过长的振捣时间会导致混凝土离析和泌水加剧,而过振则会使混凝土表面产生浮浆层,降低混凝土的强度和耐久性。因此,应根据混凝土的实际情况和振捣效果及时调整振捣时间和强度。

#### 3.3 做好后续养护工作

混凝土在硬化过程中,水分的蒸发会导致体积收缩,进而可能引发裂缝。因此,保持混凝土表面的适宜湿度是防止开裂的重要措施之一。对于地下室侧墙,由于其处于地下室附近,湿度条件相对较好,但仍需采取必要的保湿措施,如覆盖保湿材料、定期洒水等,以防止混凝土表面水分过快蒸发。温度控制也同样重要。过大的温差会导致混凝土内部产生温度应力,增加开裂风险。因此,应根据环境温度变化,适时调整养护措施,如采取保温措施,减少混凝土表面与外界环境的温差。地下室侧墙混凝土的养护工作并非一蹴而就,而是一个长期的过程。在混凝土达到设计强度后,仍需继续实施监测与维护工作,以确保其长期性能的稳定。这包括对混凝土表面裂缝的定期检查、对支撑系统的稳定性进行评估、对防水层的完整性进行检验等。一旦发现异常情况,应及时采取措施进行处理,防止裂缝进一步扩展或引发更严重的后果。

#### 3.4 合理确定拆模时间

(1) 混凝土强度的增长是确定拆模时间的最直接依据。为此,我们应在浇筑现场留置与侧墙混凝土同条件养护的试块,这些试块应置于与侧墙相似的环境条件下,以确保其强度发展能够真实反映侧墙混凝土的实际情况。通过定期对这些试块进行抗压强度检测,我们可以清晰地了解到混凝土强度的增长趋势。通常,我们建议拆模时混凝土的强度应达到设计要求的75%以上,以确保侧墙在拆模后具有足够的承载能力。(2) 地下室侧墙所处的环境湿度、温度等条件对混凝土的强度发展和收缩变形具有显著影响。湿度过低可能导致混凝土过快失

水,从而产生干缩裂缝;而温度过高则可能加速混凝土的水化反应,增加其内部应力,进而引发裂缝。因此,在确定拆模时间时,我们必须充分考虑这些环境因素。在必要时,我们可以采取加湿、保温等措施来改善混凝土的硬化环境,减缓其收缩变形速度,从而降低裂缝产生的风险。(3)地下室侧墙在施工过程中会受到地下水压力、土壤压力等多种荷载的作用。这些荷载不仅会影响混凝土的强度发展,还可能在拆模后导致侧墙产生变形或裂缝。因此,在确定拆模时间时,我们必须充分考虑侧墙的受力情况。通过模拟计算或实测分析等手段,我们可以评估出侧墙在不同施工阶段所承受的荷载大小及其分布情况,从而制定出更加合理的拆模方案。(4)随着现代检测技术和手段的不断发展,我们可以利用超声波检测、回弹仪检测等无损检测方法对混凝土内部质量进行实时监测。这些检测手段可以提供混凝土强度的准确数据,还可以揭示其内部缺陷和应力状态等信息。

### 3.5 水化热的控制

(1)水化热是水泥与水发生化学反应时释放出的热量。在地下室侧墙混凝土的大体积浇筑过程中,由于水泥用量大、浇筑厚度大,水化热往往难以迅速散发,导致混凝土内部温度急剧上升。这种内部高温与外部低温的差异会引起混凝土内部产生较大的温度梯度,进而产生温度应力。当温度应力超过混凝土的抗拉强度时,就会导致裂缝的产生。(2)对于地下室侧墙而言,由于其处于地下环境,受地下水、土壤等外部因素的影响,其裂缝控制难度本就较大。若再加之水化热引起的内部温度应力,无疑会进一步加剧裂缝的产生风险。因此,有效控制水化热,降低混凝土内部温度梯度,是预防地下室侧墙混凝土早期裂缝的必然要求。(3)水化热控制的具体措施。在材料选择阶段,应优先选用水化热较低

的水泥品种,如矿渣水泥、粉煤灰水泥等。这些水泥的水化热相对较低,有助于降低混凝土内部的温度峰值。通过调整混凝土中水泥、水、骨料及外加剂的用量和比例,可以在保证混凝土强度和工作性的前提下,降低其水化热。例如,适量减少水泥用量、增加骨料含量、使用缓凝剂等措施均可有效降低水化热。对于大体积混凝土,应采用分层浇筑与间歇施工的方法,以减小单次浇筑的混凝土厚度和体积,从而降低水化热的集中释放。在层间设置施工缝并采取相应的处理措施,以减小层间温度差异和应力集中。在混凝土浇筑过程中,可采用预埋冷却水管、通入冷水循环降温等方法来降低混凝土内部温度。这种方法可以迅速带走混凝土内部积聚的热量,有效降低温度峰值和温度梯度。

### 结语

通过这些影响因素,我们认识到科学合理的原材料选择、精细化的施工过程控制对于降低混凝土早期裂缝发生率至关重要。对地下室侧墙的特点,合理调整矿物掺合料的比例以优化混凝土性能,以及采取有效措施控制水化热,对于预防裂缝的形成具有显著效果。展望未来,随着材料科学与施工技术的飞跃,我们将拥有更多创新手段应对地下室侧墙混凝土裂缝问题,确保结构安全,提升建筑品质,为地下空间的安全利用保驾护航。

### 参考文献

- [1]王幸乐.高性能混凝土中矿物掺合料对早期裂缝的抑制作用[J].混凝土技术,2022,28(12):12-16.
- [2]吴东泰.水泥性能对地下室侧墙混凝土早期裂缝的影响研究[J].科技展望,2022,32(17):67-70.
- [3]梁梦珊.矿物掺合料对混凝土收缩及早期裂缝的影响[J].土木工程学报,2022,55(S1):112-117.