

混凝土裂缝成因分析与预防措施研究

方化龙

宁夏中测计量测试检验院(有限公司) 宁夏 银川 750001

摘要: 混凝土裂缝是混凝土结构中常见的问题,其成因复杂多样,涉及材料性质、施工操作、环境条件及结构设计等多个方面。本文旨在深入分析混凝土裂缝的成因,并提出相应的预防措施,以确保混凝土结构的稳定性和耐久性。

关键词: 混凝土裂缝;成因分析;预防措施;稳定性;耐久性

引言

混凝土裂缝不仅影响结构的美观,还可能削弱结构的断面承载能力,降低结构的安全性,导致渗漏水问题,加速化学侵蚀、冻融循环、碳化、钢筋锈蚀等破坏过程。因此,对混凝土裂缝的成因进行深入分析,并提出有效的预防措施具有重要意义。

1 混凝土裂缝成因分析

1.1 温度应力

在大体积混凝土浇筑后,水泥水化热的作用使得混凝土内部温度逐渐上升,这个过程中,由于混凝土的热导性能相对较差,内部温度上升较快,而表面温度上升较慢,形成了较大的内外温差。特别是在混凝土初期强度尚未形成时,表面混凝土因受到内部温度应力的拉伸,当这个拉应力超过混凝土的抗拉强度时,就会产生裂缝。这些裂缝的走向往往无规律可循,对于梁板式或长度尺寸较大的结构,由于温度应力在短边方向更为集中,因此裂缝多倾向于平行于短边出现;而在大面积结构中,由于温度应力在各个方向都存在,裂缝则可能纵横交错,形成复杂的裂缝网络。这些裂缝不仅影响混凝土的美观性,还可能降低其耐久性和力学性能,甚至对结构的安全性构成威胁。

1.2 外界气温影响

外界气温的骤降对混凝土的影响尤为显著。当气温急剧下降时,混凝土表层温度迅速降低,而内部温度由于热惯性作用下降较慢,这进一步加大了混凝土内外温度差的梯度。在混凝土干燥收缩过程中,拌合水中的自由水会不断蒸发,导致表面水分损失,混凝土表面因此产生收缩应力。当这个收缩应力超过混凝土的抗拉强度时,就会引发表面裂缝。这些裂缝多发生在浇筑后的4小时左右,此时混凝土尚未完全硬化,对温度变化的敏感度较高。裂缝形状不规则,长短不一,且互不连贯,有的可能只是细微的裂纹,有的则可能贯穿整个混凝土表面。

1.3 混凝土收缩

混凝土在硬化过程中,由于水泥水化反应消耗了大量的水分,同时混凝土内部的水分也会不断蒸发,导致混凝土体积发生收缩。这种收缩称为混凝土的缩水收缩或干缩。如果养护不当,如浇水不足、覆盖不严密等,会导致水分过快蒸发,加剧混凝土的收缩程度。当混凝土的收缩应力超过其抗拉强度时,就会在表面产生缩水收缩裂缝^[1]。这些裂缝为表面性,宽度较细,有的可能只是细微的裂纹,有的则可能较深较宽。裂缝的走向纵横交错,没有规律,有的可能呈网状分布,有的则可能呈放射状或环形分布。

1.4 施工操作不当

施工操作中的不当行为是导致混凝土裂缝产生的重要原因之一。例如,钢筋位置的变化可能导致构件的受压区有效高度减小,从而降低结构的抗弯承载能力。当构件受到荷载作用时,就会在受力钢筋垂直方向产生裂缝。振捣不密实则可能导致混凝土内部出现蜂窝、麻面或空洞等缺陷。这些缺陷不仅影响混凝土的外观质量,还可能成为钢筋锈蚀或其他荷载裂缝的起源点。搅拌运输时间过长会导致混凝土中的水分蒸发过多,使其塌落度降低,难以振捣密实。在混凝土表面就可能出现不规则的收缩裂缝。养护不当如浇水不足、覆盖不严密或养护时间过短等,都可能使混凝土表面急剧干燥,与大气接触后出现不规则的收缩裂缝。此外,拆模过早也可能导致裂缝的产生。当混凝土强度尚未达到设计要求时就拆除模板,会使构件在自重或施工荷载作用下产生裂缝。分层浇筑处理不当如施工缝处理不当、新旧混凝土结合不紧密等,也可能导致裂缝的产生。

1.5 原材料质量及配合比问题

原材料的质量和配合比直接影响混凝土的性能和裂缝的产生。水泥用量过多会导致混凝土硬化时收缩量增加。因为水泥水化反应会消耗大量的水分,并产生大量的水化热,导致混凝土内部温度升高和体积收缩。当收

缩应力超过混凝土的抗拉强度时,就会出现网状或不规则裂缝。水灰比过大则会增加混凝土的坍落度,使其易于浇筑和振捣,但同时也会降低混凝土的抗裂性能。因为水灰比过大意味着混凝土中的水分含量较高,干燥收缩时产生的收缩应力也会较大。骨料含泥量高会影响混凝土的强度和耐久性。泥土会吸附水泥颗粒,降低水泥的水化反应速率和程度,从而影响混凝土的强度发展。同时,泥土中的杂质也可能对混凝土的耐久性产生不利影响,如加速钢筋锈蚀等。这些都会增加裂缝产生的风险。

1.6 地基不均匀沉降

地基的不均匀沉降也是导致混凝土裂缝的重要原因之一。如果结构或构件下面的地基未经夯实和必要的加固处理,或者地基的土质不均匀、存在软弱土层等,就可能导致混凝土浇筑后地基发生不均匀沉降。这种不均匀沉降会使得混凝土结构受到额外的应力作用,当这个应力超过混凝土的抗拉强度时,就会产生裂缝。这些裂缝多属贯穿性裂缝,其走向与沉降情况有关。有的裂缝在上部出现,呈倾斜或水平方向延伸;有的则在下部发展,呈垂直或斜向延伸。裂缝的宽度和深度可能不一,有的可能只是细微的裂纹,有的则可能贯穿整个混凝土结构。这些裂缝对结构的安全性构成严重威胁,需要采取相应的措施进行加固和处理。

2 混凝土裂缝预防措施

2.1 温度应力控制

为了有效控制混凝土因温度应力而产生的裂缝,可以采取以下更加具体和详细的措施:在水泥选择上,应优先选用低水化热水泥,如矿渣硅酸盐水泥、粉煤灰水泥等,这些水泥的水化热相对较低,能够显著减少混凝土内部的温度上升。同时,要严格控制水泥用量,通过优化配合比设计,确保在满足强度要求的前提下,尽量减少水泥的使用量,以降低水化热产生的温度应力。在浇筑过程中,应采用分层浇筑的方法。每层浇筑的厚度应不大于300mm,并且要在前一层混凝土初凝之前完成下一层的浇筑。这样可以加快热量的散发,使混凝土内部的温度分布更加均匀,避免因为温差过大而产生裂缝。同时,在浇筑过程中,要加强振捣,确保混凝土密实,减少内部空隙,提高混凝土的抗裂性能^[2]。对于大体积混凝土,应合理设置后浇缝。后浇缝的设置位置和宽度应根据具体情况进行确定,一般要设置在结构受力较小且便于施工的位置。后浇缝的填充材料应选择膨胀性小、收缩性小的材料,以确保填充后不会因材料收缩而产生新的裂缝。通过设置后浇缝,可以减小外应力和温度应力对混凝土的影响,使混凝土在硬化过程中能够自

由收缩,从而减少裂缝的产生。

2.2 外界气温影响应对

外界气温的骤变对混凝土的影响较大,因此应采取以下更加具体和详细的措施来应对:在混凝土浇筑完成后,要及时覆盖保温保湿材料。可以使用草袋、锯末、砂等材料进行覆盖,并洒水养生,以保持混凝土表面的湿润和温度的稳定。覆盖材料的厚度和层数应根据气温变化和混凝土强度发展情况进行调整,确保混凝土表面不会因气温骤变而产生裂缝。合理安排浇筑时间也是减少外界气温影响的重要措施。应尽量避免在高温时段进行浇筑,如果必须在高温时段浇筑,可以采用冰水或深井凉水拌制混凝土,以降低混凝土的温度。同时,在浇筑过程中,要加强振捣和抹面工作,确保混凝土表面平整、密实,减少因气温变化而产生的表面裂缝。

2.3 混凝土收缩控制

混凝土的收缩是导致裂缝产生的主要原因之一,因此应严格控制水灰比和水泥用量,并采取以下更加具体和详细的措施来减少混凝土的收缩量:在选择原材料时,应优先选用级配良好的石子,减小孔隙率和砂率,以提高混凝土的密实性和抗裂性能。同时,要严格控制水泥用量和水灰比,避免过量使用导致混凝土收缩量增大。在浇筑过程中,要加强振捣工作,排除混凝土中的气泡和空隙,使混凝土密实结合^[3]。振捣时间应适当,过长或过短都可能影响混凝土的密实性和抗裂性能。浇筑完成后,要及时用潮湿材料覆盖并仔细养护混凝土。养护时间应根据气温变化和混凝土强度发展情况进行确定,一般不少于7天。在养护过程中,要保持混凝土表面的湿润,避免水分过快蒸发导致的干缩裂缝。在冬季施工时,还要采取保温养护措施,如使用保温材料覆盖混凝土表面、加热养护等,防止混凝土因受冻而产生裂缝。

2.4 施工操作规范

施工操作的规范性对混凝土裂缝的产生有着直接的影响,因此应严格遵守以下更加具体和详细的施工操作规范:在绑扎钢筋时,要确保钢筋位置准确、间距均匀,避免乱踩已绑扎的上层钢筋,导致构件的有效高度减小,从而降低结构的抗裂性能。同时,要加强钢筋的保护层厚度控制,确保钢筋不会因保护层过薄而裸露在外,受到腐蚀或产生裂缝。在浇筑过程中,要加强振捣工作,确保混凝土密实、无蜂窝、麻面或空洞等缺陷。振捣时应采用正确的振捣方法和振捣器,避免过振或漏振现象的发生。同时,要控制混凝土的浇筑速度,避免过快或过慢导致混凝土产生裂缝。在搅拌运输过程中,要严格控制搅拌时间和运输时间,避免水分蒸发过多或

混凝土塌落度过低。如果混凝土塌落度过低,应及时调整配合比或加入适量的减水剂进行改善。在拆模时,要合理控制拆模时间,避免在混凝土强度未达到要求之前过早拆除模板。拆模时应按照顺序进行,先拆除不承重的模板,后拆除承重的模板。同时,要避免在混凝土表面或棱角处敲击或撬动模板,防止混凝土受到损伤而产生裂缝。对于分层浇筑的混凝土,要确保新旧混凝土施工缝之间结合紧密。在施工缝处应清除浮浆和松动石子,并洒水润湿。在浇筑新混凝土时,应加强振捣工作,确保新旧混凝土之间结合良好。

2.5 原材料质量及配合比优化

原材料的质量和配合比直接影响混凝土的性能和裂缝的产生,因此应选用优质原材料,并优化配合比设计,采取以下更加具体和详细的措施:在原材料选择上,应优先选用质量稳定、性能优良的水泥、砂石等原材料。水泥应选用符合国家标准低碱、低水化热水泥;砂石应选用级配良好、含泥量低的优质砂石。同时,要加强对原材料的质量检测和验收工作,确保原材料符合相关标准和要求。在配合比设计时,要根据工程特点和具体要求进行优化设计。要合理控制水灰比和水泥用量,避免水灰比过大或水泥用量过多导致混凝土收缩量增大或产生裂缝。同时,要掺加适量的外加剂,如缓凝剂、减水剂等,以改善混凝土的和易性、减少水泥用量、降低混凝土温升和收缩量。

2.6 地基处理

地基的处理是预防混凝土裂缝的重要环节之一。对于松软土、填土地基等不良地基,应采取以下更加具体和详细的处理措施:对于松软土地基,应进行必要的夯实和加固处理。可以采用机械夯实、人工夯实或化学加固等方法进行处理,提高地基的承载力和稳定性。同时,要加强对地基的监测和检测工作,及时发现并处理

地基出现的问题。对于填土地基,应确保填土的质量符合相关标准和要求。填土应选用符合规定的土料,并分层填筑、分层夯实。在填筑过程中,要加强排水措施,避免填土因水分过多而产生沉降或裂缝^[4]。在大体积混凝土基础浇灌在坚硬地基上时,可以采取设置隔离层等放松约束的措施。隔离层可以选用沥青油毡、塑料薄膜等材料进行铺设,以减少地基对混凝土的约束作用。同时,在浇灌混凝土前,要对地基进行清理和湿润处理,确保混凝土与地基之间的结合良好。

结语

混凝土裂缝的形成原因错综复杂,涉及众多因素。通过细致入微地剖析这些成因,不难发现,无论是材料本身的特性,还是施工过程中的操作规范,乃至环境条件的变化和结构设计的合理性,都可能对混凝土裂缝的产生造成影响。为了有效减少混凝土裂缝的出现,必须采取一系列针对性的预防措施。在实际工程施工中,应全面考虑各种因素,如选用优质混凝土材料、严格控制施工流程、密切关注环境变化以及优化结构设计等。同时,还应制定出一套既科学又合理的施工方案,并配以周密的养护措施。这样,才能确保混凝土结构在长期使用过程中保持稳定性和耐久性,为工程的安全和质量提供有力保障。

参考文献

- [1]周兵,林伟庭,黄观传.混凝土裂缝成因分析及预防措施[J].广东建材,2020,36(08):37-39.
- [2]梅辉,何云.基于建筑混凝土裂缝成因及预防措施分析[J].黑龙江交通科技,2019,42(02):196-197.
- [3]王涛.大体积混凝土裂缝成因分析与预防控制措施应用研究[J].中国建筑装饰装修,2023,(09):167-169.
- [4]王振华.建筑工程施工中混凝土裂缝的成因与治理措施[J].建材发展导向,2024,22(21):91-93.