

浅谈钢筋砼结构裂缝成因对策

裴猛

江西省水运咨询有限公司

摘要: 工程中经常会出现钢筋砼结构裂缝的问题,理论上讲,在较小荷载作用下,砼结构特别是抗弯构件往往会出现裂缝,或者这种裂缝非常细小,肉眼不易发现。一些原本可以预防的缺陷,如设计,施工,材料等,都引起了很大的担忧。本文着重论述了砼结构中产生裂缝的因素,这些因素包括:材质或气候因素,施工不当,设计施工不当,使用功能改变或使用不当等。通过对混凝土构件开裂的成因进行了详细的剖析,着重论述了钢筋砼结构裂缝情况的判断,并对其进行了修复与加固处理,对其防治进行了探讨。

关键词: 钢筋砼结构; 裂缝; 分析; 处理方法

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6261.2022.11.093

大部分的工程质量事件都是由裂缝的产生而引起的。事实上,通常情况下,砼结构都是在有裂缝的情况下工作的,在设备的帮助下,裂缝会不断地改变,从而影响到结构的使用性能,对工程造成一定的影响。因此,研究钢筋砼结构裂缝的形态,分析其成因及对其性能的作用,以及如何进行有效的控制与治理,是一项非常有意义的课题。

建筑构件出现了各种类型的裂缝。根据裂缝的大小,将裂缝划分为微观裂缝和宏观裂缝两大类。混凝土在结合时出现的裂缝通常被称为微观裂缝,其宽度不超过0.05毫米。由于混凝土内部存在着一种特殊的力学性能,其内部存在着许多细小的裂缝,这些裂缝呈无规律的非贯通状态。这些细小的裂缝,只要不扩大,或者不扩大到一定的程度,就不会对普通的工业和民用建筑产生威胁。因此,此类裂缝也被称作“无害裂缝”。然而,在实践中,由于混凝土的抗拉强度远低于抗压强度,因此,当受荷时,或者当温度发生变化时,由于混凝土的内部存在着大量的裂缝,这些裂缝将会彼此贯通,进而形成直径超过0.05mm以上的、较大的、肉眼可见的裂缝,称之为宏观裂缝。根据其在结构上的作用,可将其划分为结构裂缝和非结构裂缝,前者是水泥硬化干缩、外部温湿度变化、施工缝处理不当、钢筋锈蚀等因素导致,后者则是应力作用下产生的,因此,结构裂缝也称为荷载裂缝,是最普遍的一种。

一、钢筋砼常见裂缝原因分析

1. 材料质量

由于水泥、砂石等质量问题导致的混凝土裂缝比较普遍,其中一个因素就是在建设工程中使用了不符合要求的材料。

2. 施工工艺

由于混凝土自身的水份挥发及自身的干缩,导致了其裂缝的产生。

在成型后,混凝土的均匀性和压实度是衡量其质量的一个主要指标。因此,混凝土在搅拌,运输,浇筑,振捣等各个环节都有可能产生裂缝。

混凝土裂缝的产生主要是由于模板结构的不合理、渗漏、漏浆、支撑刚度不够、支撑基础沉降和脱模过早等。在工程建设中,钢筋表面污染,混凝土保护层厚度过薄或过大,混凝土在浇筑时与钢筋发生撞击而发生位移,同时由于施工管理不善和超载,也会造成混凝土裂缝。

混凝土的养护,尤其是早期的维修,对混凝土的开裂有很大的影响,混凝土在没有完全固化的情况下,如果很快就会被烘干,就会产生大量的裂缝,这些裂缝多出现在混凝土的表层,这些裂缝的大小和形状都很不规则。此外,在水泥水化和固化的同时,还会释放出很多的热能,这就导致了混凝土内部和外部的温度差异,当温度变化到某一程度时,就会出现混凝土的收缩不均匀,从而导致混凝土裂缝。

3. 地基变形

在工程实践中,引起裂缝的最重要因素是基础不一致沉降。地基的变形状况决定了裂缝的大小、形状和方向,因为地基的变形产生了比较高的应力,所以裂缝通常具有穿透特性。

4. 温度变形

混凝土因其自身的热胀特性,其线膨胀系数通常在 $1 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}$ 之间。在混凝土中,由于外界温度的改变,混凝土内部会出现温性变形,从而导致混凝土的开裂。在实际施工中,此类开裂较为常见,主要表现为:现浇板开裂、大体积混凝土开裂。

5. 湿度变形

在空气中凝固的过程中,水泥的体积会持续减小,称为干缩。在现浇墙体及现浇框架等建筑中,经常出现这种情况,其产生的主要原因是维护保养不当。由

于早期收缩快，后期收缩慢，所以收缩率一般为0.2-0.4%。

6. 结构受荷

混凝土构件在荷载作用下发生开裂的原因是多方面的，既有在建造时也有在使用期间发生的。在工程建设中，因提前浇筑、移模过早或采用不恰当的方式，使构件在堆放、运输、吊装时支撑块或起吊位置不正确、工程过载、张拉预应力太大均易产生开裂。但最普遍的是钢筋混凝土梁和板受弯结构，在正常的工作载荷下，经常产生各种程度的开裂。当正常的RC结构在受到30-40%的设计荷载时，通常会有一些难以用眼睛发现的裂缝，但其承载力通常超过设计荷载的1.5倍，因此通常是可以进行工作的。但是，如果在使用中任意变更原有的使用性能，例如办公楼变成仓库，屋顶加层，使用不当，荷载增加等，都有可能产生裂缝。

7. 设计欠周全

在工程建设中，由于构件的断面刚度不足，或者由于设计原因，受力部件的断面太细，配筋的位置和连接部位的不合理，结构件的断面突变，或者是开洞留槽引起的应力集中，或者是由于构造措施的不恰当，搁次板上没有配筋或增加了吊筋，各种结构接缝的布置都容易引起裂缝。

二、对裂缝状态的判定

当结构部件产生裂缝时，应先判断其是否具有稳定性（是否已停止扩展）和是否有害。

1. 对裂缝是否稳定的判定

观测：对裂缝的宽度和长度进行定时观察，并做好记录。具体做法是对每一节的顶部刷上一层灰浆，并用读数放大器读取其宽度。若砂浆在较久时间后未发生裂缝，即表明裂缝已终止发展，并进入一种稳定状态。但是，一些裂缝会随着环境和时间的不同而发生改变，例如：冬季穿透性裂缝会因为水泥收缩而扩大，夏季会因为水泥收缩而收缩；另外，收缩裂缝早期发展很快，需要1-2年才能稳定下来；这种情况很常见。而发育中的失稳裂缝，则为荷载裂缝、沉降裂缝等，并随着时间的推移而继续增加。在不同的受力条件下，受拉区通常是可以进行开裂工作的，前提是裂缝的扩展能够保持在设计要求的范围之内。然而，裂缝是一种稳定的结构，其能否进一步发展取决于外部的条件，如果外部条件发生改变，原有的裂缝就会不断地扩大，或者产生新的裂缝。

2. 对裂缝是否有害的判定

判断裂缝对人体健康的影响，主要取决于其对人体健康的损害和对人体健康的影响。如水池、水塔等开裂

渗漏等，破坏了房屋的正常使用性能。一种裂缝，其宽度超出了设计要求的极限。在混凝土结构中，由于混凝土中存在着大量的裂缝，这些裂缝会导致混凝土中的钢筋发生腐蚀，从而导致保护层的坍塌。裂缝使结构的刚性下降或对房屋的完整性产生不利的影 响。破坏建筑物外观的裂缝，针对这种类型的裂缝，要针对不同的问题，进行相应的修复或加强。

三、对裂缝的修补、补强加固方法

1. 非结构性裂缝的修补方法

混凝土中的非结构裂缝，由于美、使用要求、防止钢筋锈蚀、减少渗漏和提高耐久性，通常需要对其进行修复，以提高结构的强度、刚度和抗裂度。

修复方法：将水泥砂浆、涂料、沥青或环氧树脂等在部件的外表面进行修复，修复混凝土的细微裂缝，是混凝土干燥开裂的常用方法。此外，针对中型温度裂缝，在缝隙内填充硬质（水泥砂浆、水泥砂浆等）和弹性体（丙烯酸树脂、硅酸脂、聚硫化合物、合成橡胶等）来加固裂缝，防止裂缝扩展。

内补：也就是利用压力注浆，既可以对混凝土表层的裂缝进行修复，也可以将其灌注到砼结构中，实现对混凝土表面的胶接和加固，通常使用的是压力注浆。现常用的注浆方法有：无水泥浆注浆和环氧树脂注浆。该计算主要用于构造缝及较宽的裂缝。例如荆江大坝的观音寺闸门，其闸墩和底板嵌填长度超过400 m，最大嵌缝深度为2m，采取三级注浆技术。

2. 结构性裂缝的加固补强方法

结构性裂缝是因受力而产生的，因此，针对这种类型的开裂，应结合具体条件采取相应的措施。

金属结构粘钢加固法是吸收了黏结和焊接优点，提出了一种新型的钢材黏结补强新技术。该方法采用“点焊”技术，通过使用结构胶粘剂对其进行封闭，然后通过高温高压注入YZJ-3型高强度结构胶，使其与结构件紧密结合，构成一个共同工作的整体，从而提高了结构的强度和刚度。

加大截面法也就是通过增加原有结构或构件的断面面积，来增加结构承载能力，并能保证结构的正常使用性能。

外包钢加固法是一种将型钢包裹在钢筋混凝土构件的周围或两侧，用于加强结构如钢筋混凝土柱、梁、屋架和烟囱等。

预应力加固法适合于混凝土承载（含拉、压、弯）的混凝土构件，在保证承载能力、刚度和抗裂性能的前提下，不占用较大的空间。

砼结构粘钢技术加固法就是使用性能优良的高强度

结构黏合剂，将钢板与混凝土紧密结合，构成一个复杂的整体，将受力有效地转移到一个完整的结构中，以使其能够更好地发挥出其应有的功能，并使其能够重新发挥其应有的功能，并增强其自身的强度与刚度。

四、裂缝预防措施

1. 材料

混凝土：施工时宜采用低水化热的混凝土，不能采用安定性差的混凝土。

粗骨料：选用表面粗糙，质地坚硬，级配良好，空隙率小，无碱性反应，对人体有害成分和黏土的要求不得超过相关的规定。

细骨料：采用粗颗粒，小空隙率，小泥含量，中等强度的中细砂为宜。

外掺加料：为了提高混凝土的工作性、减小混凝土的耗水率、减小混凝土的收缩，建议使用超塑化剂等复合材料。

2. 配料

为降低水泥消耗，在混凝土中采用低水灰比，用水量小。在混凝土的制备过程中，要精确地进行计量，对水的水灰比、水泥的使用要有一定的要求（不能随意加大），要将混凝土充分混合，然后再进行浇筑。

3. 配筋

加强筋的布置必须按照施工图纸的规定进行。钢筋品种、规格、数量的变更及替代时，要注意钢筋的放置，钢筋的放置要合理，钢筋厚度太大或太少均会造成混凝土裂缝，而钢筋的间距又会造成钢筋间的混凝土裂缝，要选择合适的位置。

4. 模板工程

为避免因模板构件之间的差异造成混凝土裂缝，应采取适当的结构形式。在建筑荷载（尤其是动态荷载）下，为避免因模板过度变形而产生裂缝，模板及支撑应具有有一定的刚性。正确把握拆模的时机，不要过早拆除模板，以确保早期混凝土无损伤或无裂缝。

5. 砼浇筑与养护

在混凝土的浇筑过程中，要避免出现离析，振捣要均匀，适度。要注意混凝土的早龄期，适当地延后，温度高、湿度低或风速大时，要尽早进行补水；如果遇到难以进行水分的养护，或无法确保水分充足的情况下，可以采取覆盖保湿的措施。

6. 设计构造

在设计方案选择时，要考虑到建筑的使用性能，尽量做到简洁，而对于一些比较复杂的结构，则会出现诸如扭转等的附加应力，从而导致墙体和地板的裂缝。纵向和横向墙体的布局要合理，纵向墙体的开孔要尽量

减小。对房屋的长短比例进行调整，较低的长宽比对差异有较大的影响。对各个承载构件的应力进行适当的调节，使得负载平均分配，防止应力过度集中。在进行基坑设计时，可以通过对基坑深度进行调节，根据基坑的实际情况，选择相应的褥垫层厚度，对基坑的差异进行调节。合理设置圈梁和构造柱能够增强房屋的整体性能，增强砌体的抗剪和抗拉强度，避免或减小开裂，如果有开裂，也能起到控制作用。设计时，宜选择适当的节点和接缝宽度，并进行适当的结构设计。对于结构复杂且地基不均匀沉降较大的建筑，要注意对其进行合理的控制。

7. 施工技术

要做好基础的检测和验收工作，在挖掘完成后，要将相关的勘测和设计单位通知到现场进行验收，对于比较复杂的基础，设计方要在开挖后进行调查和补充钻孔，如果发现不良的地质条件，则要对其进行加固，并且通过检验，才能继续进行下一阶段的建设。

在邻近建筑（构造）体之间距离比较近的情况下，为防止工程对已经建成的地基造成损害，通常应该首先进行深层的加固。在建筑结构的各个部位受力高度差异很大的情况下，通常先进行上部结构的施工，然后进行轻型和下部结构的施工。

综上所述，在明确砼结构裂缝类型、剖析其成因、强化设计、建造和运行等环节中应注意的问题是决定其处置措施的重要环节。对采取合理、合理的防护方法，保证建筑物的安全性，减少不必要的损失，有着重要的现实意义。

参考文献

- [1] 李朋, 郑鸿飞, 张宪堂, 刘锋, 王飞, 刘景伟, 张永波. 基于中美规范的高强钢筋混凝土梁受剪承载力对比分析[J]. 山东科技大学学报(自然科学版), 2016, 35(1): 66-73.
- [2] 吴献, 周志强, 王丽娜. 碳纤维水泥基复合材料在循环荷载作用下的压敏性[J]. 沈阳建筑大学学报(自然科学版), 2019, 25(2): 290-293.
- [3] 师超. 建筑结构设计裂缝成因及解决办法探讨[J]. 现代物业(中旬刊), 2021, 20(11): 19-21.
- [4] 易策渊. 土建项目中常见注浆施工方法及其技术应用[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2020(12): 0151-0154.
- [5] 张芳艳, 于典典. 市政工程施工质量问题和管理对策探究[J]. 中国科技期刊数据库 工业A, 2020(8): 0176-0179.