

混凝土结构构件裂缝产生的原因及防治措施探讨

袁 赛

中交第一公路勘察设计研究院有限公司 陕西 西安 710065

摘 要:目前,我国正处在城镇化建设的关键时期,建筑工程项目数量持续增多,极大地推动了我国的经济的发展。然而,在建筑工程中,钢筋混凝土结构裂缝开展却是常见的质量问题,严重地危害着建筑物的正常使用及耐久性。基于此,笔者根据多年工程实际经验及相关文献,分析了钢筋混凝土结构构件裂缝出现的原因,并结合相关科学理论知识,提出了防治钢筋混凝土裂缝开展的措施。

关键词:结构;裂缝;原因;措施

现阶段我国建筑仍以钢筋混凝土结构为主,构件裂缝控制依然是建筑行业工作人员必须要面对与解决的问题,裂缝控制不当将严重影响建筑物的正常使用,进而影响到结构的耐久性,甚至发生重大安全事故。合理控制结构构件裂缝开展,既是亟待解决的问题,也是提高人民居住水平的必然要求,具有重大的意义。

结构设计中,裂缝验算属于正常使用极限状态验算,应根据结构构件所处的环境类别选定相应的裂缝控制等级及裂缝宽度限值,使构件裂缝开展控制在规范的允许值范围内,从源头上控制结构构件裂缝的开展;施工中应严格按照图纸及相关施工规范、图集的要求,提高施工精度,确保钢筋绑扎定位准确、保护层厚度满足要求,并做好混凝土构件浇筑后的养护工作,从施工角度控制构件的裂缝开展。因此,设计单位、施工单位必须充分了解裂缝开展的原理,并且结合工程实际制定科学合理的裂缝防治措施^[1]。

1 结构构件裂缝的主要危害

结构构件裂缝一旦超出规范限值,将会对结构整体产生严重的负面影响,随着裂缝的开展,构件承载力及耐久性都会大幅下降,安全风险急增,甚至危及人身与财产安全。

1.1 构件承载力方面

裂缝开展后,构件的有效截面会随之减少,钢筋的保护层厚度也不再能满足原设计要求,造成构件的承载力及刚度大幅下降,在外部荷载作用下,结构将出现内力重分布,进而危害到其他部位,使得裂缝开展速度加快,范围加大,导致结构使用寿命缩短。

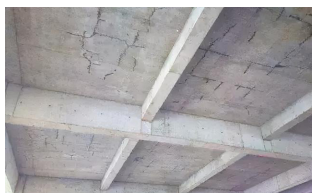


图1 某工程钢筋混凝土楼板板底裂缝开展

1.2 耐久性方面

混凝土结构耐久性的特点表现为随时间发展因材料劣化而引起的性能衰减,构件裂缝达到一定深度后,将会造成构件中钢筋或预应力筋发生锈蚀,使构件表面出现锈胀裂缝,

进而造成结构表面混凝土出现可见的耐久性损伤,如酥裂、粉化等,材料劣化进一步发展还可能引起构件的承载力问题,甚至出现破坏^[2]。

2 结构构件裂缝产生的原因

2.1 构件设计不合理

结构设计中对于构件裂缝的验算,主要依据现行国家规范《混凝土结构设计规范》GB50010-2010(2015年版),按照其3.4节的要求,混凝土结构构件应根据其使用功能及外观要求,按相应的标准进行正常使用极限状态验算,对不允许出现裂缝的构件,应进行混凝土拉应力验算,对允许出现裂缝的构件,应进行受力裂缝宽度验算。实际工程中,有的结构设计师往往仅注重承载力极限状态计算而忽略正常使用极限状态验算,即忽略了构件在正常使用阶段的挠度及裂缝等验算,这样的工程在建成时一般并不会产生不良影响,但随着建筑使用时间的增长,极易出现超出规范限值的裂缝,影响建筑正常使用,造成经济损失^[3]。

表1 结构构件的裂缝控制等级及最大裂缝宽度的限值(mm)

环境类别	钢筋混凝土结构		预应力混凝土结构	
	裂缝控制等级	w_{lim}	裂缝控制等级	w_{lim}
一	三级	0.30 (0.40)	三级	0.20
二a			0.10	
二b		—		
三a、三b		一级	—	

2.2 地基不均匀沉降

《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2011)规定:根据建筑物地基基础设计等级及长期荷载作用下地基变形对上部结构的影响程度,地基基础除应满足承载力计算的有关规定外,在满足一定条件下,还应按地基变形设计,规范在5.3节对地基变形计算做了具体的要求,地基变形是地基设计中的一个重要组成部分,对于建筑地基不均匀、荷载差异大、体型复杂等情况,更应严格控制地基的变形,当建筑物地基变形过大,即发生不均匀沉降时,就会使上部结构出现开裂、破坏,影响建筑物的正常使用,危及人们的安全,影响人们的心理状态。

2.3 超载使用

建筑物应严格按照设计既定的功能使用,设计中结构设计师会根据建筑功能选定相应的荷载设计值进行结构设计,不同使用功能其楼(屋)面荷载设计值差异巨大,若未经设计院复核而自行改变建筑物用途,轻则可能造成结构构件产生裂缝,重则可能引发严重安全事故,如发生在1995年6月29日的韩国三丰百货商场坍塌事故,最主要原因之一就是使用者将原设计的办公楼自行更改为百货大楼,使用荷载远超原结构承载能力,长期超载使用,导致主要承重构件出现严重裂缝和变形,最终酿成严重事故^[4]。

2.4 原材料质量缺陷

混凝土结构主材为水泥、砂石骨料、水及外加剂等,混凝土的质量取决于主材,不合格的主材会导致混凝土质量不达标,总结实际工程,某些企业为节约材料成本,片面追求经济效益,使用不合格的原材料,如水泥安定性不合格、砂石粒径太小或级配不良、拌合水或养护用水水质不达标等,这些都极大地影响了混凝土质量,致使结构构件强度不达标,引发构件裂缝开展。

2.5 施工因素

混凝土硬化过程会释放大量的水化热,水泥越细、比表面积越大,水化热也越大,当水化反应产生的应力超过混凝土的极限抗拉强度时,就会对构件产生裂缝,尤其是大体积混凝土浇筑时,混凝土内的水化热释放程度不均衡,引发内部膨胀,产生裂缝。为控制混凝土硬化过程的裂缝开展,《混凝土结构工程施工规范》(GB50666-2011)第8章对混凝土的运输、浇筑、振捣、养护以及大体积混凝土裂缝控制方法等,提出了具体的要求,但在实际工程中,一些施工单位由于管控不严、施工条件复杂等原因,浇筑时往往未能严格按图、按规范施工,加之后期养护不及时不到位,造成混凝土构件裂缝频发。

3 裂缝防治措施

3.1 合理的构件设计

根据《混凝土结构设计规范》GB50010-2010(2015年版)7.1.2条要求,在矩形、T形、倒T形和I形截面的钢筋混凝土受拉、受弯和偏心受压构件及预应力混凝土轴心受拉和受弯构件中,按荷载标准组合或准永久组合并考虑长期作用影响的最大裂缝宽度可按下式计算:

$$\omega_{\max} = \alpha_{cr} \psi \frac{\sigma_s}{E_s} \left(1.9c_s + 0.08 \frac{d_{eq}}{\rho_{te}} \right) \quad (7.1.2)$$

式中: α_{cr} —构件受力特征系数。 ψ —裂缝间纵向受力钢筋应变的不均匀系数。 σ_s —纵向受拉钢筋的等效应力。 E_s —钢筋的弹性模量。 c_s —最外层纵向受拉钢筋外边缘至受拉区底边的距离(mm)。 ρ_{te} —按有效受拉混凝土截面面积计算的纵向受拉钢筋配筋率。 d_{eq} —受拉区纵向钢筋的等效直径(mm)。

由计算公式可知,裂缝宽度与诸多因素有关,但主要以纵向受拉钢筋的等效应力、等效直径及配筋率为主,正确的设计

步骤为应在满足构件承载力的前提下,严格按照《混凝土结构设计规范》GB50010-2010(2015年版)的要求验算构件裂缝,当构件配筋为裂缝控制时,钢筋应采用细而密的配筋方式,并适当加大纵向受拉钢筋的配筋率,使构件满足裂缝限值要求^[5]。

根据《建筑结构荷载规范》(GB50009-2012),钢筋混凝土结构还应考虑因气温变化、太阳辐射及使用热源等因素作用在结构或构件上的温度作用,有使用热源的结构一般是指有散热设备的厂房、烟囱、储存热物的筒仓、冷库等。结构设计时,应首先采取有效构造措施来减少或消除温度作用效应,如设置结构的支活动座或节点、设置温度缝、采用隔热保温措施,适当增大配筋率等,对于温度裂缝首先应以预防为主,设计人员必须严格按照规范要求,结合工程所在地的温度变化情况,选用合适的温升及降温工况,进行结构设计,从设计源头控制住裂缝的开展。

3.2 合理的地基处理方法

地基不均匀沉降是造成上部结构产生裂缝的重要原因之一,对于软弱地基或填方地基,应进行地基处理,地基处理的方式较多,如:换填垫层、预压地基、压实地基和夯实地基、复合地基、注浆加固、微型桩加固、桩基础等,地基处理方案的选用除应满足工程设计要求外,尚应做到因地制宜、就地取材、保护环境和节约资源。施工单位应严格按照图纸和现行《建筑地基处理技术规范》(JGJ79-2012)的要求,正确施工。经地基处理的工程,务必做好检验与监测工作,从而保证地基处理的质量,减少不均匀沉降引发裂缝的可能。

3.3 正确使用

建筑物是以既定的使用功能为依据,采用相应荷载进行结构设计的,因此房屋用途必须与设计要求相一致,使用者不得随意改变房屋的使用功能。若后期使用必须要改变房屋功能时,必须对原结构进行复核算,当原结构承载力不能满足新功能的要求时,应进行加固处理,不得超载使用。某些企业或个人,法律和安全意识淡薄,为节省成本,盲目改变房屋使用功能,虽在使用初期并未出现明显破坏,但已埋下安全隐患,随着时间的推移,裂缝和变形再所难免,最终造成结构破坏。

3.4 合理选材

建筑用混凝土的拌合材料种类繁多,若存在材料不符合设计标准的情况,相应性能发挥就会大打折扣,不仅会引发裂缝问题,还会威胁到整体结构安全,为此要对材料进行严格把控。实践中拌合站需要根据结构的设计要求,对混凝土中各种组成材料的类型、规格、数量、性能等加以明确,并委派专人对这些材料进行采购,同时对材料质量、规格、性能等进行一一检验,以避免因为材料因素而引发混凝土不合格,继而产生裂缝的问题。进行大体积混凝土浇筑,可以选择水热化值相对较低的矿渣水泥,并对水泥浆稠度进行调整,使混凝土具备较强的拉伸性,砂石骨料应级配良好,其余材料也均应符合相关要求。只有保障材料质量,结构出现

裂缝的概率才会降低。

3.5 施工控制

建筑工程施工工序复杂繁多, 施工质量控制好坏将直接影响到建筑结构安全性和稳定性, 一旦出现操作不规范等情况, 就极易出现超越规范限值的裂缝, 因此施工人员应严格遵照工艺标准和施工规范要求进行操作。针对建筑混凝土工程裂缝频发的情况, 我对实际工程进行总结, 当采取恰当的施工措施时, 可有效控制混凝土裂缝的开展。浇筑混凝土时, 除了要对施工环境可能造成的影响进行考虑以外, 还要对工艺技术进行优化创新, 实践中可以通过分层浇筑施工的方式, 降低外部环境对浇筑质量产生的不良影响, 还可以采取埋设水管的措施, 使混凝土内外温差减小, 混凝土结构抗裂性能也会明显提升, 针对薄弱区域, 还要提高振捣要求, 将浇筑厚度控制在50厘米以内, 同时加强后期养护, 及时覆盖、洒水, 防止混凝土水分蒸发带来的收缩干裂。

4 裂缝处理技术

裂缝是混凝土结构中普遍存在的一种现象, 一旦裂缝宽度超出规范限值, 就会影响建筑物的正常使用, 针对不同的裂缝形态, 应进行分析研究, 采用不同的方案进行裂缝处理, 依据《混凝土加固设计规范》(GB50367-2013)的相关规定, 混凝土结构的裂缝依其形成可分为以下三类。(1) 静止裂缝: 形态、尺寸和数量均已稳定不再发展的裂缝。修补时, 仅需依裂缝粗细选择修补材料和方法。(2) 活动裂缝: 宽度在现有环境和工作条件下始终不能保持稳定, 易随着结构构件的受力、变形或环境温、湿度的变化而时张时闭的裂缝。修补时, 应先消除其成因, 并观察一段时间, 确认已稳定后, 再依静止裂缝的处理方法修补; 若不能完全消除其成因, 但确认对结构、构件的安全性不构成危害时, 可使用具有弹性和柔韧性的材料进行修补。(3) 尚在发展的裂缝: 长度、宽度或数量尚在发展, 但经历一段时间后将会终止的裂缝。对此类裂缝应待其停止发展后, 再进行修补或加固。

裂缝修补时应综合分析裂缝类别, 选择适当的方法进行处理。

4.1 灌浆修补法

灌浆修补法是采用灌入方法对混凝土构件表面细小裂缝进行化学灌浆的新型技术, 灌浆料可选用硅酸盐水泥浆、改性环氧树脂类、改性丙烯酸酯类、改性聚氨酯类的修补胶液, 对于活动裂缝, 宜采用无流动性的有机硅酮、聚硫橡胶、改性丙烯酸酯、聚氨酯等柔性的嵌缝密封胶类修补材料, 对于潮湿环境, 宜采用氨基甲酸乙酯或者丙烯酰胺聚合物的灌浆料。采用此方法修补裂缝时不必对混凝土进行开槽钻孔, 也无噪声粉尘污染, 操作简便, 施工周期快, 且施工过程中可直接观察灌注情况, 确保施工质量, 是工程中最常采用的裂缝修补措施。

4.2 表面封闭法

受自身材料特性的限制, 正常使用中混凝土结构通常是

带细微裂缝工作的, 当细微的裂缝宽度小于0.2mm时, 修复浆料难以灌入裂缝, 加之裂缝处往往被混凝土碳酸盐结晶堵实, 灌浆处理难度较大, 又因细微裂缝一般不会对结构整体安全产生影响, 故可采取表面封闭办法进行处理, 处理时可采用具有强粘结性和韧性的改性环氧树脂封闭材料进行表面封闭, 此法可有效防止外界环境对裂缝处的进一步侵蚀, 遏制构件裂缝的进一步开展。

4.3 填充密封法

当裂缝宽度大于0.5mm时, 宜优先采用填充密封法, 此法是在混凝土表面裂缝处沿裂缝开展方向凿出一道U形槽(裂缝较细小时也可以采用V形槽), 剔凿深度和宽度分别不小于20mm和15mm, 然后用改性环氧树脂等材料进行填充, 并在填充修补处粘贴纤维复合材料进行加固处理。此法施工难度低、步骤少且修复效果较好, 可以对裂缝起到很好的加固作用。

4.4 补强与加固处理

混凝土结构构件伴随着裂缝的开展, 构件刚度与强度会显著降低, 若裂缝开展已影响到构件的承载力时或构件因承载力不足引起裂缝时, 除应进行裂缝表面修补外, 还需要采用适当的方法进行加固处理, 混凝土结构常用的加固处理方法有: 置换法、外包型钢法、粘贴钢板加固法、粘贴纤维复合材料加固法、粘贴碳纤维复合板加固法, 选择加固方法时应根据安全、经济、合理的原则, 结合现场实际情况, 因地制宜^[5]。

5 结语

当前我国建筑仍以钢筋混凝土结构为主, 受混凝土材料特性的限制, 裂缝问题一直伴随着工程建设。构件裂缝不仅影响观感, 给使用者带来不适, 还会使构件的承载力大打折扣, 严重者危及结构安全。因此, 裂缝问题不容小觑, 预防和控制裂缝开展具有重大的现实意义。设计中时应充分考虑外界环境的影响, 按照正常使用极限状态验算裂缝开展, 施工时应采用先进合理的施工工艺, 严格按规范要求进行施工, 使结构构件不出现裂缝或将裂缝宽度控制在规范的限值内。工程从业人员应充分认识裂缝开展的原理, 学会分析裂缝产生的原因, 掌握常用的裂缝防治措施, 以预防为主, 处理为辅, 将裂缝问题带来的负面影响降到最低。

参考文献:

- [1]白飞云.对建筑工程结构裂缝控制与处理技术的研究[J].居舍,2019,(36):31.
- [2]张学富.浅析房屋建筑工程结构裂缝控制及处理技术[J].科学技术创新,2020,(16):107-108.
- [3]徐锋.建筑结构设计出现裂缝的原因及对策探讨[J].城市建设理论研究,2020,(1).

作者简介: 袁赛, 1988年10月22日, 男, 汉, 陕西郿邑, 工程师, 本科, 研究方向: 结构设计。