

# 现浇混凝土楼板裂缝防控及修复研究

于东洋

北京信息科技大学, 北京 海淀 100192

[摘要] 现浇混凝土结构在成型后易出现不同形式的裂缝, 对主体结构会造成某种程度的损害和影响, 进而影响建筑物的耐久性和必备的使用功能, 严重的会对主体结构的安全性产生一定威胁, 特别是板裂缝危害最大。作者结合自己的工程实例对此类质量问题进行了分析, 提出了预防和控制措施, 并对裂缝修复的方法进行了研究总结。

[关键词] 现浇混凝土; 楼板; 裂缝; 防控措施; 修复

DOI: 10.33142/aem.v1i5.1153

中图分类号: TU755

文献标识码: A

## Research on Crack Prevention and Repair of Cast-in-place Concrete Floor

YU Dongyang

Beijing Information Science and Technology University, Haidian, Beijing, 100192, China

**Abstract:** Cast-in-place concrete structure is easy to appear different forms of cracks after forming, which will cause damage and influence to main structure to some extent, and then affect durability and necessary use function of building, and seriously threaten safety of main structure, especially slab cracks. The author analyzes such quality problems with his own engineering examples, puts forward prevention and control measures and summarizes methods of crack repair.

**Keywords:** cast-in-place concrete; floor; crack; prevention and control measures; repair

### 引言

现浇混凝土结构因良好的耐久性、经济性及便捷的施工工艺, 广泛应用于现代建筑中。在日常的质量控制中, 混凝土结构裂缝是控制的重点和难点, 为此许多省市还出台了质量通病防治标准; 现浇混凝土结构在浇筑后出现不同程度的裂缝, 主要受设计、施工、环境等因素影响, 其中以现浇混凝土楼板最为严重。在某工程项目主体结构质量验收中, 发现现浇钢筋混凝土楼板出现大范围、大面积的板面裂缝, 严重的最终形成贯穿性透缝, 有渗漏现象, 渗漏部位出现水渍, 不仅影响结构观感, 而且对建筑正常的使用构成威胁, 本人根据参加处置的情况总结认为, 单从施工环节来控制已不能解决这个棘手的问题, 必须采取综合措施, 从材料、设计、施工多方面着手, 防治结合, 才能减少现浇混凝土结构的裂缝, 从根本上提高建设工程质量。

### 1 现浇混凝土楼板裂缝分析

#### 1.1 现浇混凝土楼板裂缝的种类

作为非均质多相复合凝固材料的混凝土出现裂缝, 微观上是同相连续性或不同相之间黏结性的中断或破坏。混凝土裂缝按照缝隙尺寸分为微观裂缝(又称无害裂缝)和宏观裂缝, 按照有无外力作用分为荷载裂缝和非荷载裂缝, 按照形成原因分为塑性收缩裂缝、塑性塌陷裂缝、自收缩裂缝和干缩裂缝等。

在工程施工中, 现浇混凝土楼板裂缝多数为板上部的不规则裂缝, 非贯通是大比例。结合非荷载裂缝的形成机理, 笔者认为, 与现浇楼板相关的裂缝属于非荷载裂缝。

#### 1.2 现浇混凝土楼板裂缝的危害

现浇混凝土楼板裂缝的危害是不言而喻的, 最重要的结构安全性和耐久性受影响最大。宏观裂缝会降低构件的承载能力、降低现浇楼板的抗渗性、减少结构年限。其中非荷载裂缝的危害较荷载裂缝危害更大一下, 这是因为荷载裂缝通常是不贯通的, 比如弯曲裂缝通常在受拉区, 变形稳定后也不会扩展到受压区形成贯通缝。而非荷载裂缝, 比如收缩裂缝, 通常最后会形成贯通, 造成楼板不同程度渗漏。根据统计和实验数据, 小于 0.05mm 宽度的裂缝, 裂缝可自愈, 不影响抗渗性能; 0.5mm~0.2mm 之间的裂缝, 混凝土楼板的抗渗性能随裂缝尺寸增加而急剧下降; 裂缝大于 0.2mm 以上时, 楼板的抗渗性能趋于稳定, 在无压力水作用下, 裂缝渗水量与裂缝宽度的 3 次方成正比; 可见裂缝严重影响使用功能。

#### 1.3 现浇混凝土楼板裂缝的分析

现浇混凝土楼板裂缝产生的原因通常为配合比、结构设计、构造等因素, 其中最容易产生裂缝的还是施工阶段, 把控制好施工阶段的影响因素, 裂缝还是比较可控的。

### 1.3.1 混凝土材料配合比

现浇混凝土楼板强度等级多用 C25~C35 等型号,坍落度多为 160~180mm,市场化运作的形势下,混凝土生产为了满足设计和施工指标要求、降低成本,多采用双掺技术,胶凝材料、外加剂品质和用量都会被经济性考量,也存在对骨料所含杂质、含泥量、含水率等指标把控不严、调整不及时的因素;这些因素都会影响混凝土的收缩性能离散。另外,配合比优化工作不到位,未参考减缩抗裂混凝土的配合规范设计优化,在环境影响方面,未模拟实际条件进行圆环抗裂试验、平板抗裂试验等。粉煤灰等量代换水泥,粉煤灰、矿料复掺,骨料体积等都应控制在参数偏离最佳范围。配合比设计的不合理会导致砼产生较大收缩,甚至裂缝。

### 1.3.2 施工及现场养护

施工企业考虑时间成本,通常会减少施工工期,导致结构工作节拍混乱,严重者过度赶工,拆模时间提前,混凝土受荷超时间下限。工人浇捣混凝土不规范,漏过振、一次浇筑过高等等,楼板振捣仅仅应用振捣棒,类似问题都能影响砼的密实性,埋下产生裂缝的种子。天气如大风雨雪天,高温太阳直射都会加速收缩裂缝的产生。楼板混凝土振捣完成后,工人收水缓、次数少、质量差,都会导致表面收缩裂缝。

钢筋绑成完成,成品保护不足,负弯矩钢筋被踩下偏离,模板松动、移位等人的因素都是造成裂缝的成因。混凝土楼板是一种水平构件,具有面积大、厚度小的特性,及时养护十分必要,工人养护责任心不强,不覆盖或覆盖晚、养护不及时、时间短,导致混凝土早期严重脱水,强度损失,收缩裂缝。

### 1.3.3 设计及构造方面因素

随着居住环境和人民需求的不断提高,建筑设计也朝着大开间、大柱距、大跨度空间发展,相应的楼板也也越来越大。同时随着建筑功能的日趋多元化,非标房间蜂拥而现,更由于采光通风功能,结构水平面也变的凹凸不规则,变截面部位越来越多;需埋入板内的管线也越来越粗且密密麻麻;板厚的设计并不一定合理。在外墙转角处配制双层双向放射钢筋、在超长的板上留置后浇带,是常规设计做法,但年轻设计师在处理大板、配制抗裂钢筋时,可能经验不足、考虑较少。

### 1.3.4 较强的约束导致裂缝

近几年来,设计中各种梁密集复杂呈现,造成竖向构件在板支座处刚度较大,圈梁、次梁交错,刚度普遍较高,因此对现浇楼板的约束作用力较强。再加上浇筑顺序不对,混凝土内部或不同构件之间早期就会产生变形不一致,导致加强了内约束作用,楼板混凝土非荷载变形受到约束产生的拉应力大于其抗拉强度,应力集中就会轻松出现,最终导致微缺陷或微裂纹出现。

## 2 现浇混凝土楼板裂缝的案例教训和防控措施

### 2.1 工程概况及裂缝原因分析

#### 2.1.1 工程概况

本人参建的此工程建筑面积 9758m<sup>2</sup>,层数-1/9,建筑结构等级二级,钢筋混凝土框架-剪力墙结构。柱墙梁为 C50,楼板为 C30,设计对减水剂、增塑剂提出含量控制要求,不得含氯化钙。埋管密度中等,要求电气及设备垫层加 150\*150 钢筋网片  $\phi 6$ 。隔墙下 300mm 范围内设计  $\phi 12$  和  $\phi 14$  钢筋,外墙转角处设计为  $\phi 8@100$  双向双层钢筋。尺寸为 9m\*8m 板居多,板厚 120mm~180mm 不等,主筋 HRB400  $\phi 12@200$  双向,负筋 HRB400  $\phi 12@150$ 。

C30 混凝土配合比摘录:坍落度 160~180mm。一层至四层配比 C:S:G:W:外加剂:掺合料=301:778:1079:173:12.02:63,砂率 42%,W/C=0.52。普通硅酸盐水泥,含碱 0.58%,砂石含碱 II 类,粉煤灰 II 级,含碱 0.7%,外加剂 YNF-3 含碱 2.15%,外加剂 UEA-H 含碱 0.42%,总含碱量 2.1Kg/m<sup>3</sup>。

五至九层配比 C:S:G:W:外加剂:掺合料:矿渣=232:778:1058:170:9.15:71:63,砂率 42%,W/C=0.52。普通硅酸盐水泥,含碱 0.58%,砂石含碱 II 类,粉煤灰 II 级,含碱 0.72%,矿渣 S95 级,外加剂 KX-13 含碱 2.46%,外加剂 UEA-H 含碱 0.16%,总含碱量 1.81KG/M<sup>3</sup>。

#### 2.1.2 原因分析

材料方面:从以上资料分析,材料不符合最佳控制范围,一~四层仅掺和粉煤灰时 W/C>0.5,外加剂厂家变化,添加矿渣代水泥,配合比设计未进行优化。

设计方面:板跨度大,大板板心中部未配置抗裂构造钢筋;梁柱墙混凝土标号高,导致对板的约束作用显著。采用镀锌线管,数量多。

施工方面:结构封顶时间提前确定,九层结构用 100 天,施工进度快,夜班施工多,混凝土收水不及时,混凝土养护不到位。

### 2.2 本工程裂缝的教训

本工程施工前未将楼板裂缝控制措施上升为施工组织设计内容,缺乏工程质量通病的预控意识。由于工期的减缩,

主体结构每层施工有时 7 天完成; 楼板混凝土施工存在提前负荷、动荷载等因素; 养护不到位、不规范、不及时, 造成现浇楼板出现大范围、多数量的密集裂缝, 给工程造成永久缺陷, 尽管可以进行后期的修复, 但教训也是深刻的。这要求施工、监理人员不断提高工程质量的前瞻性和预控意识, 从源头混凝土订货抓起, 优选技术能力和质量控制能力强的混凝土生产企业, 要求企业使用高质量材料、并合理优化配和比, 确保材料和配比能较好的减缩或减少混凝土裂缝。

总之, 混凝土楼板裂缝的控制, 同样也采用预防为主、防治结合的策略, 施工充分采取各种措施, 严格管理, 进行全过程的监管和控制。

### 2.3 防控措施

#### 2.3.1 设计优化

工程设计除满足相关设计规范中关于减少裂缝的措施外, 还应考虑具体环境引起收缩变形的因素, 在图纸说明中明确控制裂缝的合理化建议。建筑物的平、立结构宜合理规矩, 由于平面上的错落引起的应力集中部位应采取防止或减轻裂缝的技术手段。还要充分考虑混凝土体积收缩对楼板结构变形、开裂的指标因素, 在大尺寸板心还需设计构造钢筋。科技不断发展, 在经济合理、功能要求高和重要的建筑物中推广高性能抗裂纤维混凝土等。

#### 2.3.2 材料措施

对混凝土所用的建筑材料进行优选, 还需进行必要的适用性试验。现浇钢筋混凝土楼板所用材料应尽量选择收缩小、抗裂性能好的材料。选择含碱量低的水泥, I 粉煤灰作为优先选择, 骨料尽量杂质少、干净。外加剂与胶凝材料的化学适应性要好, 有利于减少混凝土收缩。

#### 2.3.3 施工措施

A、混凝土工程: 混凝土出站后应不停地均匀搅拌, 运输浇筑过程严禁加水, 保证配比不变, 并检测记录坍落度、取样、试块留置。浇筑混凝土时, 注意天气预报, 避免大风、雨雪天气环境, 必须施工时, 不利环境下必须提前制定方案, 确保外因影响减少到最小。严格技术交底, 分层浇筑规范、梁板浇筑顺序不乱, 连续、分段合理。混凝土振捣严格执行规范方法、均匀振捣, 控制时间、深度, 浇筑楼板时还需运用平板振捣器予以辅助。收面时抹压操作要分三次处理, 振捣完成首先采用木刮杠将混凝土整体刮平, 力度要均匀一致; 初凝时进行第二遍抹压, 拿木抹子将面层凹坑、气泡压平, 力度要稍大一些; 在混凝土初凝后、终凝前进行最后一次收面, 用铁抹子多次抹压, 抹压力较第二遍更大, 抹压完成后立即覆盖养生, 浇水养护时间不少于 14 天。

B、模板工程: 使用的模板材料支撑强度要好、表面须光滑, 吸水率必须要小。支撑体系要牢固, 连接要符合规范, 拼缝要严密, 不得漏浆或渗水。同条件试块试压合格才能进行拆模, 控制拆模时间; 并严格控制施工荷载, 避免过早上人。

C、施工管理: 编制施工方案, 认真进行施工交底, 确保每名工人严格执行方案, 关键环节专业工程师、监理现场旁站监督, 及时纠偏, 确保计划、方案的落实、材料的合理运用, 操作的规范严谨。

### 3 现浇混凝土楼板裂缝修复

建设工程施工过程中, 混凝土楼板裂缝实际上是很难避免的, 一般情况下裂缝产生后会伴随结构承载变化、环境因素影响、投入运行情况等等变化而持续变化, 裂缝可能增多加宽, 深度会继续加深, 从而会导致建筑物的安全可靠、耐久性变差变弱, 正常的功能失效或必须修复才能使用。即使是无害的裂缝, 也会影响建筑观感。因此, 现浇混凝土楼板的裂缝扩展到可视的宽度, 必须采取措施。

#### 3.1 裂缝修复的方法

随着建筑技术、产品的不断研发, 混凝土楼板裂缝的修复技术还是比较成熟实用的, 常用的有填充法、灌浆法、表面处理法和结构补强法。

填充法: 即将修补材料直接填充到缝隙内; 主要修复大于 0.3mm 的裂缝; 作业简单, 造价低。

灌浆法: 即运行灌浆设备将特种灌浆材料注入缝隙内, 依靠灌浆材料的良好粘接性和流动性来充盈填充修复缝隙; 适用于贯穿性裂缝。

表面处理法, 即将修补材料涂于裂缝的表面, 材料凝固固化后实现裂缝修复效果; 此办法适用于表面细而浅的裂缝或者深度小于钢筋保护层的不渗水缝隙、不再变化的缝隙; 此方法特别对大面积无针对性防水修复效果明显。常用的产品有聚合物改性水泥砂浆或聚合物砂浆。

结构补强法, 重点在承载力的恢复, 承担荷载的构件裂缝必须修复, 实现结构强化, 恢复设计要求。

#### 3.2 案例一裂缝修复的实施

##### 3.2.1 修复材料的选用

赛柏斯快速堵漏剂 (XYPEX II), 是纳米渗透结晶型堵漏材料, 主要成分为极细的硅砂和多种活性化学物, 粉末状,

灰色无机防水材料。原理是当缝隙内干燥时,XYPEX II 中的活性成分处于不活动状态,当与水结合后,活性成分被激发,利用混凝土的化学属性和多孔特性,以水为载体,借助渗透作用,在混凝土中微孔及毛细管中传输、充盈,催化混凝土中未完成的水化成分,再次发生水化反应,化合成不溶的树枝状纤维晶体结构,与原混凝土结合为一体,使缝隙自行闭合,实现增强防渗效果,数据显示,在适宜温度下养护到 28 天,渗透晶体可深入到混凝土内 10cm 处,且具备很好的抗碳化作用,对缝隙部位钢筋起到很好的保护作用。

### 3.2.2 具体实施

以此工程为例,混凝土楼板的缝隙表现有:缝隙多、范围分布广、贯通性裂缝不少,存在宽度较大的板面缝隙。针对以上特点,不宜采用单一修复方法;经研究决定采取综合修复措施;即首先处理内部,运用灌浆法对缝隙进行内部灌浆,实施后再运用表面处理法对楼板表面进行修复。实施方案为:①实行样板间引路,先做一段试验,试验有效验收合格之后,再进行全面修复实施。②运用水泥基纳米渗透结晶型堵漏材料 XYPEX II 进行灌浆,灌注贯穿性宽度大于 0.2mm 缝隙。③灌浆完成后,在初装修阶段采用在 5cm 细石混凝土垫层中附设直径 4mm 热镀锌钢筋网,处理表面裂缝。④整个修复工作重在灌浆。

施工准备:材料进场时监理检查产品包装、合格证、复试报告,施工方案审批并技术交底。选择样板区域位置,根据工程具体使用功能和工程进度计划要求,选择了二层展览区一房间进行样板间施工,此区域当时进行二次设计,进度要求宽松,且对楼板渗漏要求高。

裂缝清理:将楼板表面清扫打磨,清除灰尘、浮渣及松散层等,毛刷蘸酒精擦洗缝隙两侧,较宽的缝隙须制作“V”型槽,依据裂缝走向,进行骑缝钻孔。

封缝试漏:首先刷抹一层环氧树脂基溶液于缝隙两侧 20~30mm,然后抹一层厚 1mm、宽 20~30mm 的环氧树脂胶泥把缝隙封堵。等到封缝胶泥固化之后,在封缝处再刷涂一遍肥皂水液,从灌浆嘴通入 10~100Pa 的有压空气,观察是否有气泡,如果出现气泡,应使用掺有水玻璃的快硬水泥浆液再次密封。

配制注浆液:比例为体积比,即 XYPEX II 浓缩液:水体积为 1:0.35,应使用机械搅拌、搅拌均匀,搅拌时间应达 20 分钟以上,用量范围为 1~1.6KG/m<sup>2</sup>。施工时,如遇到溶液变稠状况,要不断搅动,禁止随意再灌注水降低比例。

压力注浆:将配制好的 XYPEX II 注浆液注入注浆罐,并加压到 0.25MPa,检查并保持稳定压力,打开阀门按照由浅到深、由上到下的要求将浆液注入缝隙内,从进浆嘴进浆直到从另一灌浆嘴出浆时堵住出浆嘴管,继续加压直到压力基本稳定后,保持 2min 以上,最后堵住进浆口。这样保持缝隙内灌满浆的压力,保证缝隙内液体在有压状态下胶凝固结。

表面处理:等待缝隙里的浆液凝固后在把灌浆嘴摘除,再用环氧树脂胶泥把灌浆口堵死。

地面垫层处理:在初装修阶段,作为处理裂缝楼板的施工措施,在原设计的素混凝土垫层中,增加 4mm 热镀锌钢筋网,补偿混凝土垫层的收缩及抵抗垫层内敷设的线管可能的开裂。要点是:

A、基层处理要干净,采用机械打磨,表面呈粗糙状态,提高垫层的粘接能力,提前 4-12 小时用清水湿润表面,但不得有明水。

B、钢筋网的定位须准确,必须置于垫层的中间,保护层均匀足够。

C、钢筋网必须留足搭接尺寸,须牢固的绑扎。严禁踩踏变形,甚至外露表面。

D、浇筑完成及时覆盖,并浇水养护 14 天。

## 4 结论与建议

综上所述,混凝土结构产生裂缝具有普遍性,特别是现浇混凝土楼板,必须予以高度重视;可以采取合理选择材料、优化配比,严格结构计算、加强施工措施的预控,避免现浇混凝土楼板产生有害裂缝的目标是可行和有效的。防控裂缝的措施中,首先要树立预控意识,加强施工阶段的事中质量控制,做好保温保湿的后期保养,把施工阶段各种影响指标都纳入研究范围,最终实现混凝土材质的高性能的应用和发挥,客观上提高抵抗开裂的特性。现浇混凝土裂缝控制技术不断改进和发展,希望本实践成果得到推广或借鉴。

### [参考文献]

[1]张雄,张小伟,李旭峰.混凝土结构裂缝防治技术[M].北京:化学工业出版社,2007.

[2]魏星,徐友邻.混凝土结构中裂缝的类型及影响——混凝土结构裂缝问题讨论之一[J].工程质量,2001,32(1):33.

[3]王晓峰,徐友邻.混凝土结构中裂缝的类型及影响——混凝土结构裂缝问题讨论之二[J].工程质量,2001,40(2):41.

[4]王晓峰,徐友邻.混凝土结构中裂缝的类型及影响——混凝土结构裂缝问题讨论之三[J].工程质量,2001,30(3):31.

作者简介:于东洋,男,(1981.11-),毕业于山东大学,所学专业:工业工程,当前就职单位:北京信息科技大学,职务科长,职称级别:工程师。