第 7 卷◆第 10 期◆版本 1.0◆2026 年
文章类型：论文|刊号（ISSN）：2737-4580(P) / 2737-4599(O)

房建工程现浇混凝土裂缝产生机理与施工防控技术实践分析

刘保
新余市南英建筑工程有限公司
DOI:10.32629/jpm.v7i10.9057

[摘　要] 现浇混凝土结构的整体性和刚度较好，在房建工程中被广泛应用，但是由于裂缝的存在，会影响到结构的外观、使用功能以及耐久性能，因此也是施工过程中质量控制的重点。本文以"应力—抗力"的时序失衡为线索，从材料收缩变形、温度影响和约束情况、结构受力和构造、施工工艺和养护四个角度来分析裂缝产生的原因；根据工程实际得出塑性收缩、干燥收缩、温度、沉降及受力五种类型的裂缝的形状特点、出现时间以及容易发生的地点；据此制定出以"降收缩、控温升、释约束、强养护"为主要内容的全过程施工控制技术路线，确定配合比调整、二次涂抹、温控养护、构造配筋等主要的控制参数，并用某地下车库顶板工程的对比试验来证明。从实际操作中可以看出，采用全过程控制后，现浇板的裂缝发生率为 0.68 条/100m²，下降到 0.09 条/100m²，非常有效，可以给其他类似的工程项目作参照。
[关键词] 现浇混凝土；裂缝机理；温度应力；收缩变形；施工防控

A Practical Analysis of the Mechanisms Underlying the Formation of Cracks in Cast-in-Place Concrete in Building Construction Projects and the Associated Construction Control and Prevention Technologies

Liu Bao
Xinyu Nanying Construction Engineering Co., Ltd.

[Abstract] Cast-in-place concrete structures exhibit good integrity and stiffness and are widely used in building construction. However, the presence of cracks can affect the structural appearance, functional performance, and durability; therefore, crack control is a key focus of quality management during construction. This paper uses the time-dependent imbalance between "stress and resistance" as its analytical framework and examines the causes of cracking from four perspectives: material shrinkage deformation, the effects of temperature and the degree of restraint, structural loading and detailing, and construction methods and curing. Based on actual project conditions, the paper identifies the morphological characteristics, timing of occurrence, and typical locations associated with five types of cracks: plastic shrinkage cracks, drying shrinkage cracks, temperature-induced cracks, settlement-induced cracks, and stress-induced cracks. On this basis, the paper develops a comprehensive construction-control technical approach centered on "reducing shrinkage, controlling temperature rise, relieving restraint, and enhancing curing." It identifies key control parameters, including mix-proportion adjustments, secondary application of concrete, temperature-controlled curing, and structural reinforcement detailing, and demonstrates these measures through comparative tests conducted on a roof slab project in an underground parking garage. Practical implementation shows that, after implementing the comprehensive control approach, the crack occurrence rate in cast-in-place slabs fell from 0.68 cracks per 100 m² to 0.09 cracks per 100 m²—a highly effective reduction. These findings can serve as a reference for other similar projects.
[Key words] cast-in-place concrete; crack formation mechanisms; thermal stress; shrinkage deformation; construction control and prevention measures

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.

文章类型：论文| 刊号（ISSN）：2737-4580(P) / 2737-4599(O)

1 引言

由于现浇混凝土在住宅、公共建筑中的广泛使用，使得它的整体性、刚度、抗震性能得到了充分的发挥，但是随之而来的就是裂缝的问题，成了用户的抱怨和质量问题的来源。根据工程调查结果可知，现浇楼板出现开裂的情况多发生于施工结束后 3～6 个月内，主要以表面裂缝和收缩裂缝为主，但是贯穿性的裂缝会引发渗漏、钢筋锈蚀，从而降低结构的承载能力以及耐久性。按照目前的规范，一般环境下的裂缝宽度控制在 0.2～0.3mm 之间，超过这个范围或者贯穿的裂缝必须进行处理[1]。

从本质上来说，裂缝就是由于混凝土在受到一定的约束的情况下，拉应力大于相应的龄期抗拉强度而引起的。硬化早期抗拉强度增长较慢，而由于收缩、温度变形等引起的拉应力在早期由于受到约束而迅速增大，两者的时间顺序不同就形成了开裂窗口。需要注意的是，早龄期混凝土的徐变较大，对约束应力有松弛的作用，因此开裂多出现于 1～7d 的龄期内，以及整体降温的时候。因此，裂缝控制要依靠对产生原因的深入了解，把控制措施落实到各个环节，保证整个过程的顺利进行。本文主要对裂缝的形成原因以及相应的施工控制措施进行了研究。

2 现浇混凝土裂缝的产生机理

现浇混凝土裂缝的成因可归为材料、温度、结构、施工四个层面，各层面因素通过"约束拉应力"与"材料抗拉能力"的消长共同起作用，其关联关系如图 1 所示。

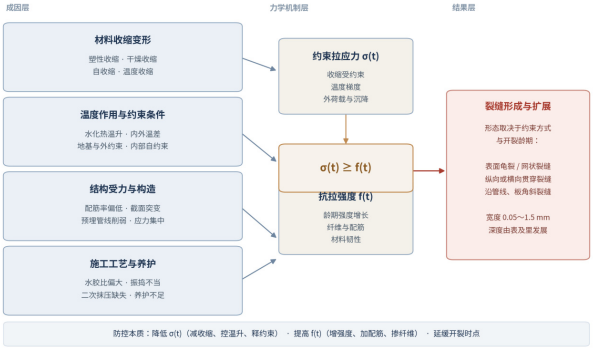


图 1　现浇混凝土裂缝成因机理关联图

2.1 材料收缩变形

塑性收缩是在浇筑后 1～6h 的塑性阶段，当表面的水分蒸发速度大于泌水量的时候，毛细管中就会出现负压，使得浆体的体积发生收缩，在表面就会出现网状的龟裂，高温、大风、低湿度的环境下，这一过程会更加严重。干燥收缩是在硬化之后发生的，C-S-H 凝胶失水导致体积缩小，收缩的程度约为 200～800×10^{-6}，时间较长，是楼板表面裂缝的主要原因。自收缩多出现在水胶比小于 0.40 的混凝土中，由于水泥的水化作用而产生自干燥现象，早期就开始迅速发展。温度收缩是指在温度升高达到最高点之后，由于混凝土冷却所引起的体积改变，其线膨胀系数约为 1.0×10^{-5}/℃，降温越大，可能发生的收缩变形就越大[2]。

2.2 温度作用与约束条件

水泥水化放热使得混凝土内部温度上升，厚板和大体积部位的绝热温差可以达到 40～50℃。温度裂缝有两种类型，一是里表温差过大，内部高温部分膨胀，外部低温部分收缩，里表温差大于 25℃的时候，就出现了表面的拉开裂缝；二是降温收缩受到外部约束（基础、相邻老混凝土、钢筋）的限制，产生出来的拉应力大于抗拉强度的时候，就形成了贯通性的裂缝。约束越大、结构越长、温度和收缩应力越大，这就导致了超长结构需要设置缝隙、设置带。在工程建设中，还应该注意的是，温度应力和收缩应力往往同时存在，即在降温的时候，正是干缩速度最快的时期，此时的拉应力已经超过了单独的温度应力或者收缩应力。

2.3 结构受力与构造因素

板面负筋的配筋率过低或者由于施工中被踩踏而下陷，使支座处的抗裂性能受到影响；截面突然改变、洞口、预埋管路减小截面的位置发生应力集中，裂缝通常沿着管线方向或者板角 45° 方向发展；由于材料堆置、早拆模等引起的楼板超过早龄期的承载能力，从而产生受力裂缝；由于地基不均匀的沉降而造成的结构局部变形较大，在刚性交接处产生断裂。

2.4 施工工艺与养护因素

水胶比、坍落度大，使浆体有富余、收缩大；振捣不密实会造成蜂窝，过振会造成离析、泌水，都在薄弱面上产生开裂的起始点；没有二次抹压的时候，塑性沉降、早期失水裂缝没有被清除而继续发展成永久性的裂缝；养护不及时或者时间不够，表面水分很快被蒸发，干缩应力突然增加；拆模过早、过早施加施工荷载，也会导致早期开裂。与前三类因素相比，施工因素的控制程度最高，同一个工程不同的施工部位，其裂缝的数量存在着较大的差别，这就说明了施工环节是控制裂缝的中心[3]。

3 常见裂缝类型与特征识别

裂缝种类多种，同一结构上往往多种共存。调查时要画出裂缝的分布图，逐条注明位置、走向、宽度以及深度，并对缝宽随温度、荷载的变化进行观察，为成因分析提供初步依据。正确判定裂缝的种类，是确定处理办法的先决条件。工程中常见的裂缝所具有的形式、出现的时间与易发生的地方，见表 1。

表 1　房建工程现浇混凝土常见裂缝类型及特征

类型	典型形态	出现时段	易发部位	主要成因
塑性收缩裂缝	表面网状、龟裂状，浅表无规则	浇筑后 1～6h	板面、大面积暴露面	失水过快，表面毛细负压收缩
干燥收缩裂缝	表面平行短缝或贯穿板厚，垂直于长边、间距较均匀	龄期 7～60d	楼板中部、墙体长向	水分散失收缩受约束
温度裂缝	板角 45° 斜裂、贯穿缝，缝宽随温度变化	温升峰值后降温段	厚板、屋面板、超长结构	水化热温差与降温收缩
沉陷裂缝	沿刚度突变方向开展，缝宽较大且稳定	拆模后、加载后	支撑下沉处、地基差异部位	模板支撑变形或地基不均匀沉降
受力裂缝	与主拉应力方向垂直，规律性强	加载后	支座负弯矩区、跨中	荷载效应超过设计或早龄期承载力

按照先看形状、再对时间、最后找限制的顺序，先看板上贯穿的裂缝，如果垂直于长边，而且间距相等，大多是由于收缩造成的；板角 45° 的斜裂缝，由于缝宽随季节变化，大多是由于温度造成的；沿预埋管线方向的直线裂缝，和管线的削弱

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.

的截面有关。裂缝宽度、深度可以用裂缝测宽仪、超声波法、局部钻芯复核，当需要的时候还可以用钢筋扫描来确定保护层、配筋的情况。根据类型来确定修理的方法以及是否需要做结构的验算，不能把不加区别地全部表面封闭，否则会把隐蔽的结构问题暴露出来。

4 施工防控技术实践

针对上述机理，防控应遵循"降收缩、控温升、释约束、强养护"的主线，形成覆盖设计协同到监测修补的全过程技术路径，如图 2 所示。

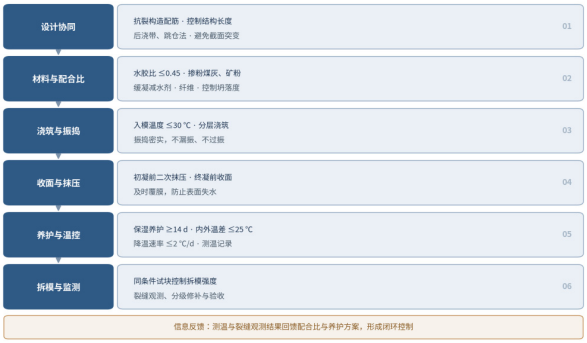


图 2　现浇混凝土施工全过程裂缝防控技术流程图

4.1 材料与配合比优化

在满足强度与泵送要求的前提下降低水胶比至 0.45 以内，掺入 20%～30%粉煤灰并复掺 S95 级矿粉，降低水泥用量与水化热；选用缓凝型高效减水剂延缓温峰出现时间；掺入 0.9kg/m³ 聚丙烯纤维，分散收缩应力并提高早期抗塑性开裂能力；严控骨料含泥量（砂≤3%、石≤1%），坍落度按浇筑方式确定，严禁现场加水。补偿收缩膨胀剂仅在前期养护充分时使用，否则效果适得其反。

4.2 浇筑与振捣控制

夏季避开高温时段浇筑，控制入模温度不超过 30℃；分层浇筑厚度控制在 500mm 以内；振捣做到快插慢拔、间距不大于 1.5 倍振捣半径，以表面泛浆、不再冒气泡为准，防止漏振与过振；泵送布料均匀，避免局部集中堆料。

4.3 二次抹压与收面

初凝前进行二次抹压，此时混凝土处于塑性向硬化过渡阶段，抹压可闭合塑性沉降裂缝与早期失水裂缝，宜采用机械抹光配合人工收面；终凝前完成第三次收面并随即覆膜，切断表面失水通道。抹压时机是关键：过早无效，过晚则混凝土已硬结无法愈合裂缝[4]。

4.4 温控与养护

厚板与屋面等部位布设测温点，控制里表温差不超过 25℃、降温速率不超过 2.0℃/d、表面与大气温差不超过 20℃。混凝土终凝后立即开始保湿养护，掺矿物掺合料的混凝土养护时间不少于 14d：平面部位优先蓄水养护，蓄水不便时覆膜浇水或涂刷养护剂，竖向构件拆模后挂麻袋片浇水并延长时间；冬期施工则加强保温覆盖，防止表面温度骤降，养护记录纳入技术资料归档。

4.5 构造措施与设计协同

超长结构每 30～40m 设置一道后浇带，两侧混凝土浇筑完成不少于 42d 后用微膨胀混凝土封闭，封闭前凿毛清理并冲洗湿润；有条件时采用跳仓法施工，分仓长度不超过 40m、间隔时间不少于 7d，利用较早龄期混凝土的应力松弛与部分收缩预先完成来释放约束应力。板面配置 Φ8@150 双向抗裂钢筋并采取马凳架立、浇筑中专人看护等措施防止负筋踩踏下沉，洞口与管线密集处增设加强筋。拆模应以下部同条件养护试块达到规定强度为准，严禁为周转模板提前拆模。施工前应与设计沟通配筋、缝带布置与拆模顺序，实现设计与施工的协同防裂。

4.6 裂缝观测与修补

对已出现的裂缝按"先诊断、后修补"处理：缝宽小于 0.2mm 的非贯穿裂缝采用环氧胶泥或聚合物水泥浆表面封闭；0.2～0.5mm 裂缝沿缝骑缝粘贴注浆嘴低压注入环氧树脂；贯穿或有渗水裂缝先注浆封堵，再开槽嵌填密封材料并增设防水附加层；对影响结构安全的裂缝，须经验算后采用粘贴碳纤维布或粘钢加固，修补完成后的 28d 内应跟踪复检[5]。

5 工程实例分析

某住宅小区地下车库顶板平面尺寸约为 42m×36m，板厚 250mm，强度等级 C35、抗渗等级 P6。首段在夏季浇筑，入模温度为 32℃，浇筑后只用 3d 浇水养护就停掉了，没有做二次抹压。7d 后拆模时，经检查共发现有 12 条裂缝，平均宽度在 0.15～0.4mm 之间，多数为垂直于长边的方向，距离为 2～4m，少数板角处有 45° 斜裂缝，部分地方存在贯穿性渗漏。经检查，是由于温度收缩和干燥收缩同时存在、并且缺少养护和收面工序造成的。对缝宽 0.2mm 以下的裂缝做表面封闭，其余的裂缝沿缝开 V 形槽并用低压注入环氧树脂，注浆饱满度以现场取芯及压水试验确定，封闭后进行跟踪检查，保证没有渗漏。

之后的 5 个施工段进行全过程中控，水胶比由 0.50 降到 0.42，加入 20%的粉煤灰、矿粉以及 0.9kg/m³ 的聚丙烯纤维；使用跳仓法，每仓长不大于 32m，相邻仓浇筑间歇 7d；浇筑完毕后初凝前二次抹压、终凝前收面覆膜；在板内设置测温点，实测温度最高为 47℃，里表温差最大为 21℃，均在可接受范围内；保湿养护 14d；在板面上设置Φ8@150 双向抗裂钢筋。经过实施后统计数据可知，裂缝的发生率为 0.68 条/100m²，已经降到 0.09 条/100m²，再没有出现贯穿性的裂缝，顶板防水一次通过，表明全程控制途径是有效的。

6 结论

（1）现浇混凝土裂缝的根源在于约束拉应力与抗拉强度之间的不协调，材料收缩、温度影响、结构构造以及施工养护四方面都通过这一途径发挥作用，防控工作应当针对各方面的具体情况采取措施。

（2）施工过程中要着重采取"降收缩、控温升、释约束、强养护"的措施，使配合比、掺合料及纤维的使用、二次抹压、14d 以上保湿养护、测温和后浇带与跳仓法等技术得到切实实施，各项指标应当加以具体执行。

（3）从工程实践中看出，采取全过程预防能明显减少裂缝的发生，对于裂缝的处理应当实行"先诊断、后修补"，根据缝宽与贯穿情况分别采用封闭、注浆或者加固方法，从而保证结构的安全与耐久。

[参考文献]

[1]楼兵强.房建工程现浇混凝土施工裂缝防控技术优化及应用[J].建筑·建材·装饰,2026(4):82-84.

[2]李进.房建工程现浇混凝土结构裂缝预控技术研究与应用[J].中国建筑装饰装修,2025(16):157-159.

[3]郭江利.房建施工现浇钢筋混凝土楼板裂缝处理分析[J].中文科技期刊数据库（文摘版）工程技术,2022(8):28-30.

[4]陈龙.房建施工中混凝土现浇板裂缝的预防与控制[J].中国建筑装饰装修,2024(24).

[5]惠静.房建项目现浇混凝土楼板裂缝防控的施工工序标准化设计与应用[J].2026(3):131-132.

作者简介：刘保，1986.07.04，男，江西省新余市，汉族，本科，中级工程师，研究方向：建筑施工。

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.