

Discussion on the Causes and Treatment Method of Concrete Crack

Dangjian Qiu Peng Hu Zhiyao Wen Yudong Wang Fuhai Miao

China Construction Fourth Engineering Bureau Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong, 510000, China

Abstract

Concrete for concrete construction is a kind of heterogeneous brittle material composed of sand and gravel aggregate, cement, water and other additional materials. Due to a series of problems such as concrete construction, its own deformation and constraints, concrete cracks have become the most common engineering diseases in civil engineering, water conservancy, bridges, tunnels and other projects. There are many micro pores, air pockets and micro cracks in hardened concrete. It is precisely because these initial concrete buildings and components usually work with joints. The existence and development of cracks will usually corrode the internal reinforcement and other materials, reduce the bearing capacity, durability and impermeability of reinforced concrete materials, and directly affect the service life of buildings.

Keywords

concrete; cracks; cause analysis; treatment methods; classification

论混凝土裂缝产生的原因及处理方法

仇党见 胡鹏 文志遥 王玉东 苗福海

中国建筑第四工程局有限公司, 中国 · 广东 广州 510000

摘 要

混凝土是一种由砂石骨料、水泥、水及其他外加材料混合而成的非均质脆性材料。由于混凝土施工、本身变形和约束等一系列问题,使混凝土裂缝成了土木、水利、桥梁、隧道等工程中最常见的工程病害。硬化成型的混凝土中存在着众多的微孔隙、气穴和微裂缝,正是由于这些初混凝土建筑和构件通常都是带缝工作的,裂缝的存在和发展通常会使内部的钢筋等材料产生腐蚀,降低钢筋混凝土材料的承载能力、耐久性及抗渗能力,直接影响建筑物的使用寿命。

关键词

混凝土; 裂缝; 原因分析; 处理方式; 分类

1 引言

大体积混凝土结构中,由于结构截面大,水泥用量多,水泥水化所释放的水化热会产生较大的温度变化和收缩作用,由此形成的温度收缩应力是导致钢筋混凝土产生裂缝的主要原因。这种裂缝有表面裂缝和贯通裂缝两种。

①表面裂缝是由于混凝土表面和内部的散热条件不同,温度外低内高,形成了温度梯度,使混凝土内部产生压应力,表面产生拉应力,表面的拉应力超过混凝土抗拉强度而引起的。

②贯通裂缝是由于大体积混凝土在强度发展到一定程度,混凝土逐渐降温,这个降温差引起的变形加上混凝土失

水引起的体积收缩变形,受到地基和其他结构边界条件的约束时引起的拉应力,超过混凝土抗拉强度时所可能产生的贯通整个截面的裂缝。这两种裂缝不同程度上,都属有害裂缝。

论文就混凝土裂缝产生的原因进行剖析,并对不同原因产生的裂缝使用不同的措施进行处理,达到加固补强,延长结构的使用寿命。

2 裂缝产生的原因分析

由于混凝土早期收缩较大,其中原因主要有约 30%~60% 矿物细掺合料替代水泥,约 1%~2% 高效减水剂掺量和水胶比约为 0.25~0.40; 这些因素改善了混凝土的微观结构,给混凝土带来许多优良特性的同时,但其负面效应最突出的是混凝土收缩裂缝几率增多。混凝土的收缩,主要是干燥收缩、温度收缩、塑性收缩、化学收缩和自收缩。

混凝土出现裂纹的时间可以作为判断裂纹原因的参考:

【作者简介】仇党见(1987-),男,中国河南南乐人,本科,中级,从事市政工程方向的研究。

塑性收缩裂纹大约在浇筑后几小时到十几小时出现；温度收缩裂纹大约在浇筑后 2~10d 出现；自收缩主要发生在混凝土凝结硬化后的几天到几十天；干燥收缩裂纹出现在接近 1 年龄期内^[1]。

从裂缝产生的不同时间段，可将发生原因分为内在因素、外部环境、施工过程等因素。

3 内在因素产生的裂缝

混凝土收缩裂缝的特点是大部分属表面裂缝，裂缝宽度较细，且纵横交错，成龟裂状，形状没有任何规律。在实际工程中，混凝土因收缩所引起的裂缝是最常见的。

3.1 塑性收缩

发生在施工过程中、混凝土浇筑后 4~5h 左右，此时水泥水化反应激烈，分子链逐渐形成，出现泌水和水分急剧蒸发，混凝土失水收缩，同时骨料因自重下沉，因此时混凝土尚未硬化，称为塑性收缩。为减小混凝土塑性收缩，施工时应控制水灰比，避免过长时间的搅拌，下料不宜太快，振捣要密实，竖向变截面处宜分层浇筑。

3.2 缩水收缩（干缩）

混凝土结硬以后，随着表层水分逐步蒸发，湿度逐步降低，混凝土体积减小，称为缩水收缩（干缩）。混凝土硬化后收缩主要就是缩水收缩。例如，配筋率较大的构件（超过 3%），钢筋对混凝土收缩的约束比较明显，混凝土表面容易出现龟裂裂纹。

3.3 自生收缩

自生收缩是混凝土在硬化过程中，水泥与水发生水化反应，这种收缩与外界湿度无关，且可以是正的（即收缩，如普通硅酸盐水泥混凝土），也可以是负的（即膨胀，如矿渣水泥混凝土与粉煤灰水泥混凝土）。

3.4 炭化收缩

大气中的二氧化碳与水泥的水化物发生化学反应引起的收缩变形。炭化收缩只有在湿度 50% 左右才能发生，且随二氧化碳的浓度的增加而加快。炭化收缩一般不做计算。

4 外部环境引起的裂缝

混凝土具有热胀冷缩性质，当外部环境或结构内部温度发生变化，混凝土将发生变形，若变形遭到约束，则在结构内将产生应力，当应力超过混凝土抗拉强度时即产生温度裂缝。

4.1 地基础变形引起的裂缝

由于基础竖向不均匀沉降或水平方向位移，使结构中

产生附加应力，超出混凝土结构的抗拉能力，导致结构开裂。

4.2 钢筋锈蚀引起的裂缝

由于混凝土质量较差或保护层厚度不足，混凝土保护层受二氧化碳侵蚀炭化至钢筋表面，使钢筋周围混凝土碱度降低，或由于氯化物介入，钢筋周围氯离子含量较高，均可引起钢筋表面氧化膜破坏，钢筋中铁离子与侵入到混凝土中的氧气和水分发生锈蚀反应，其锈蚀物氢氧化铁体积比原来增长约 2~4 倍，从而对周围混凝土产生膨胀应力，导致保护层混凝土开裂、剥离，沿钢筋纵向产生裂缝，并有锈迹渗透到混凝土表面。由于锈蚀，使得钢筋有效断面面积减小，钢筋与混凝土握裹力削弱，结构承载力下降，并将诱发其他形式的裂缝，加剧钢筋锈蚀，导致结构破坏^[2]。

要防止钢筋锈蚀，设计时应根据规范要求控制裂缝宽度、采用足够的保护层厚度（当然保护层亦不能太厚，否则构件有效高度减小，受力时将加大裂缝宽度）；施工时应控制混凝土的水灰比，加强振捣，保证混凝土的密实性，防止氧气侵入，同时严格控制含氯盐的外加剂用量，沿海地区或其他存在腐蚀性强的空气、地下水地区尤其应慎重。

4.3 冻胀引起的裂缝

大气气温低于零度时，吸水饱和的混凝土出现冰冻，游离的水转变成冰，体积膨胀 9%，因而混凝土产生膨胀应力；同时混凝土凝胶孔中的过冷水在微观结构中迁移和重分布引起渗透压，使混凝土中膨胀力加大，混凝土强度降低，并导致裂缝出现。

4.4 施工材料质量引起的裂缝

混凝土主要由水泥、砂、骨料、拌和水及外加剂组成。配置混凝土所采用材料质量不合格，可能导致结构出现裂缝。

5 施工过程引起的裂缝

5.1 施工中的荷载

混凝土在常规静、动荷载及次应力下产生的裂缝称荷载裂缝，荷载裂缝特征依荷载不同而异呈现不同的特点。这类裂缝多出现在受拉区、受剪区或振动严重部位。但必须指出，如果受压区出现起皮或有沿受压方向的短裂缝，往往是结构达到承载力极限的标志，是结构破坏的前兆，其原因往往是截面尺寸偏小。

5.2 施工工艺质量引起的裂缝

在混凝土结构浇筑、构件制作、起模、运输、堆放、拼装及吊装过程中，若施工工艺不合理、施工质量低劣，容易产生纵向的、横向的、斜向的、竖向的、水平的、表面的、

深进的和贯穿的各种裂缝，特别是细长薄壁结构更容易出现。裂缝出现的部位和走向、裂缝宽度因产生的原因而异

6 裂缝有害、无害裂缝判别标准

原则上和安全有关的钢筋混凝土不允许出现裂缝，但是由于各种原因不可避免的产生各种裂缝，为了明确当混凝土出现裂缝时如何判别其是否有害、无害？控制标准可以参考表 1。

表 1 控制标准

无害裂缝	$\delta f \leq 0.3\text{mm}$;
	深度 $h \leq 0.5H$ $\delta f \leq 0.2\text{mm}$;
有害裂缝	贯穿（自愈性） $1.0\text{mm} \geq \delta f > 0.3\text{mm}$;
	$L \leq 0.1B$
有害裂缝	$\delta f > 0.3\text{mm}$ 纵深裂缝、 $h > 0.5H$;
	$\delta f > 0.2\text{mm}$ 贯穿全截面；裂缝影响使用功能（有渗透、透气、透射线等要求，且满足其中之一即可）；
有害裂缝	$\delta f > 0.3\text{mm}$ 非贯穿，可能引起钢筋锈蚀裂缝；降低结构承载力的裂缝
	Δf ——裂缝宽度； L ——裂缝长度；
符号含义	h ——裂缝深度； H ——裂缝深度；
	B ——沿裂缝长方向的结构宽度，如浇筑后的沉缩（塑性裂缝）

7 混凝土裂缝的处理方法

7.1 表面修复

常用的方法有压实抹平，涂抹环氧粘结剂，喷涂水泥砂浆或细石混凝土，压抹环氧胶泥，环氧树脂粘贴下班丝布，增加整体面层，钢锚栓缝合等。表面涂抹和表面贴补法表面涂抹适用范围是浆材难以灌入的细而浅的裂缝，深度未达到钢筋表面的发丝裂缝，不漏水的缝，不伸缩的裂缝以及不再活动的裂缝

7.2 局部修复法

常用的方法有充填法、预应力法，部分凿除重新浇筑混凝土等。用修补材料直接填充裂缝，一般用来修补较宽的裂缝，作业简单，费用低。

7.3 减少结构内力

常用的方法有卸荷或控制荷载，设置卸荷结构，增设支点或支撑。改简支梁为连续梁等。

7.4 结构补强

常用的方法有增加钢筋，加厚板，外包钢筋混凝土，外包钢，粘贴钢板，预应力补强体系等。因超荷载产生的裂缝、裂缝长时间不处理导致的混凝土耐久性降低、火灾造成的裂缝等影响结构强度可采取结构补强法。包括断面补强法、锚固补强法、预应力法等混凝土裂缝处理效果的检

查包括修补材料试验；钻心取样试验^[3]；压水试验；压气试验等。

7.5 混凝土置换法

混凝土置换法是处理严重损坏混凝土的一种有效方法，此方法是先将损坏的混凝土剔除，然后再置换入新的混凝土或其他材料。常用的置换材料有：普通混凝土或水泥砂浆、聚合物或改性聚合物混凝土或砂浆。

7.6 电化学防护法

电化学防腐是利用施加电场在介质中的电化学作用，改变混凝土或钢筋混凝土所处的环境状态，钝化钢筋，以达到防腐的目的。阴极保护法、氯盐提取法、碱性复原法是化学防护法中常用而有效的三种方法。这种方法的优点是防护方法受环境因素的影响较小，适用钢筋、混凝土的长期防腐，既可用于已裂结构也可用于新建结构。

7.7 灌浆法

灌浆法分为水泥灌浆和化学灌浆法，主要施工工艺主要有：

①钻孔：采用风钻钻孔，孔深应穿过裂缝面 0.5m 以上，当钻孔有两排或两排以上时，宜交叉或呈梅花形布置。

②冲洗：钻孔完毕后，应用水冲洗，按竖向排列自上而下逐孔进行。

③密封：缝面冲洗净后，在裂缝表面用 1 : 1~2 水泥砂浆或环氧胶泥涂抹。

④埋管：一般用 $\phi 19-38$ 的钢管作灌浆管，安装前在钢管外壁用生胶带缠紧，然后旋入孔中，孔中管壁周围的空隙用水泥砂浆或硫磺砂浆封堵，以防冒浆或灌浆管冲孔中脱出。

⑤试压：用 0.1~0.2MPa 压力水作渗水试验，采取灌浆孔压水，排水孔排水的方法检查裂缝和管路畅通情况，然后关闭排气孔检查止浆堵漏效果，并湿润缝面，以利粘结。

⑥灌浆：合格的经设计批准使用的填缝用注射性水泥，水泥净将水灰比为 0.4，灌浆压力 0.3~0.5MPa。在整条裂缝处理完毕后，孔内应充满净浆，并填入净砂用棒捣实。

7.8 仿生自愈合法

仿生自愈合法是一种新的裂缝处理方法，它模仿生物组织对受创伤部位自动分泌某种物质，而使创伤部位得到愈合的机能，在混凝土的传统组分中加入某些特殊组分（如含黏结剂的液芯纤维或胶囊），在混凝土内部形成智能型仿生自愈合神经网络系统，当混凝土出现裂缝时分泌出部分液芯纤维可使裂缝重新愈合。

8 结语

裂缝是混凝土结构中普遍存在的一种现象,它的出现不仅会降低建筑物的抗渗能力,影响建筑物的使用功能,而且会引起钢筋的锈蚀,混凝土的碳化,降低材料的耐久性,影响建筑物的承载能力,因此严格按规程、规范要求施工,严把质量关,防患于未来,尽可能地降低混凝土裂缝的出现;对混凝土裂缝进行认真区别对待,采用合理的方法进行处理,并在施工中采取各种有效的预防措施来预防裂缝的出现

和发展,保证建筑物和构件安全、稳定地工作。

参考文献

- [1] 陈勇军,吴辰璠.大体积混凝土裂缝成因及施工技术要点研究[J].公路交通科技(应用技术版),2017(7):238-239.
- [2] 莫雨函.混凝土质量通病的原因与治理解析[J].建材与装饰,2018(38):46-47.
- [3] 卢凤丽.化学灌浆技术在水工混凝土裂缝处理中的应用[J].水利技术监督,2019(3):203-206