

# 全过程大面积厂房混凝土裂缝精细化控制技术研究与应用

钟浩标

中核华辰建筑工程有限公司 福建 莆田 351100

**摘要:**随着我国建设事业的全面提高,建筑施工技术取得了巨大的进步,在现阶段众多的建筑工程施工中,混凝土的用量不断增大,混凝土成为当前使用最广泛的建筑结构材料之一,因此混凝土施工技术成为了建设过程中的核心,混凝土裂缝成为最为常见的施工质量问题的之一。由于产生裂缝的微观与宏观机理的复杂性、动态变化性,它是困扰工程技术人员一个技术难题。

**关键词:**混凝土;裂缝;控制措施

## 引言

裂缝是混凝土结构中普遍存在的一种现象。混凝土裂缝的出现不仅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。裂缝重则危及结构安全,轻则影响房屋的正常使用及混凝土的寿命。因此,要对混凝土裂缝进行认真研究、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混凝土裂缝的出现和发展,本文对混凝土裂缝控制的重要性和产生原因进行了分析,同时也提出了一些及时防治的措施。

## 1 研究意义

根据目前的研究水平、设计指南和施工工艺,各国土木工程界已认识到:混凝土建筑结构出现裂缝的现象是不可避免的,但其有害程度是可以人为控制的。一个现实的裂缝处理原则是把混凝土可见裂缝分为有害裂缝和无害裂缝两种,而我们的任务就是因地制宜地采取适当的工程施工技术把混凝土可见裂缝控制在无害范围内。所以,对混凝土裂缝产生的原因、种类研究,从而去预防有害裂缝是十分必要的。

## 2 常见混凝土裂缝的危害

### 2.1 影响结构承载力和使用安全性

对于受弯构件的楼板,尽管受弯区允许在一定的裂缝宽度存在,但是裂缝对结构承载力的影响是不可忽略的,尤其是一些使用者在装修和使用时又给楼面增加了很多设计者没有考虑的荷载时。

### 2.2 影响结构的防水性

具有防水要求部位混凝土产生裂缝,除了影响结构安全性外,对使用者所带来的最直接的新问题是渗漏水的危害,尤其是在没有做防水的部位表现突出。

### 2.3 影响结构的耐久性和使用寿命

化学侵蚀、冻融循环、碳化、钢筋锈蚀、碱集料反应等都会对混凝土结构产生破坏功能。这些破坏功能发生的快慢,除了受混凝土自身材料性质的影响外,裂缝就是一个重要的影响因素。空气中的二氧化碳、二氧化硫气体及雨水等都会顺着裂缝进入混凝土内部,促成钢筋锈蚀的加快;碱集料反应及碳化速度的加快进行;从而引起耐久性的下降和缩短建筑物的使用寿命。

## 3 常见混凝土裂缝的产生原因

混凝土是由砂石骨料、水泥、水及其它外加材料混合而成的一种非均质脆性材料,由于其组成材料、微观构造以及所受外界影响的不同,所以混凝土的裂缝产生原因也是各种各样的:

### 3.1 荷载引起的裂缝

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,归纳起来主要有直接应力裂缝、次应力裂缝两种。直接应力裂缝是指外荷载引起的直接应力产生的裂缝,次应力裂缝是指由外荷载引起的次生应力产生裂缝。

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。

### 3.2 由温度引起的裂缝

温度裂缝是混凝土内部约束引起的,多发生在大体积混凝土、高强混凝土或温度变化较大地区的混凝土施工过程中。温度裂缝的走向通常无一定规律,大面积结构裂缝常纵横交错。大体积混凝土从浇注时起,到达设计强度为止,即施工期间产生的结构裂缝主要是由水泥水化热引起的温度变化造成的。大体积混凝土工程,水泥用量多,

结构截面大,因此,混凝土浇筑以后,水泥放出大量水化热,混凝土温度升高。由于混凝土导热不良,体积过大,相对散热较小,混凝土内部水化热积聚难以散失到环境中,导致内部温度急剧上升,而混凝土表面散热较快。升温阶段,混凝土表面温度总是低于内部温度。由于热胀冷缩的程度不同,使混凝土表面产生一定的拉应力。

### 3.3 收缩引起的裂缝

在实际工程中,混凝土因收缩所引起的裂缝是最常见的。在混凝土收缩种类中,塑性收缩和缩水收缩(干缩)是发生混凝土体积变形的的主要原因,另外还有自生收缩和炭化收缩。

塑性收缩,发生在施工过程中、混凝土浇筑后4~5小时左右,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。塑性收缩所产生量级很大,可达1%左右。在骨料下沉过程中若受到钢筋阻挡,便形成沿钢筋方向的裂缝。在构件竖向变截面处如T梁、箱梁腹板与顶底板交接处,因硬化前沉实不均匀将发生表面的顺腹板方向裂缝。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。

### 3.4 由基础原因引起的裂缝

水泥混凝土结构基础原因引起的裂缝,主要是指在施工过程中没有对回填土进行挤密夯实而进行水泥混凝土结构施工所产生的裂缝;如果地基土质过于松软,在水泥混凝土结构施工前未进行夯实处理,同样也会出现水泥混凝土结构裂缝。如果水泥混凝土结构物长期被基础中的渗水浸泡,也会出现不均匀裂缝。

### 3.5 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,并将诱发其它形式的裂缝,加剧钢筋锈蚀,导致结构破坏。

### 3.6 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(结冰温度在-78度

以下)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。尤其是混凝土初凝时受冻最严重,成龄后混凝土强度损失可达30%~50%。冬季施工时对预应力孔道灌浆后若不采取保温措施也可能发生沿管道方向的冻胀裂缝。

### 3.7 由水泥混凝土集配问题引起的裂缝

现场施工人员经验主义作祟,未能及时掌握和调整施工现场水泥混凝土配比,一味地使用实验室配比,没有根据施工现场条件及时调整水泥混凝土结构配合比例,或者使用的原材料不合格,都极易造成水泥混凝土结构的裂缝。例如在水泥混凝土结构配比中,对各类原材料、水、外加剂等因素控制不当,结构物的强度达不到设计要求,就会产生裂缝。

### 3.8 由后期养护不当引起的裂缝

水泥混凝土施工过程中,应及时进行水泥混凝土养护。如果养护不及时,水泥混凝土面层将会出现干缩性裂缝,出现水泥混凝土表面“起皮”现象;或因温度不够达不到水泥混凝土终凝条件,水泥混凝土整体出现“断板”现象。

## 4 常见混凝土裂缝的控制措施

### 4.1 材料选择

1. 根据结构的要求选择合适的混凝土强度等级及水泥品种、等级,尽量避免采用早强高的水泥。

2. 选用级配优良的砂、石原材料,含泥量应符合规范要求。

3. 积极采用掺合料和混凝土外加剂。掺合料和外加剂目标已作为混凝土的第五、六大组份,可以明显地起到降低水泥用量、降低水化热、改善混凝土的工作性能和降低混凝土成本的作用。

### 4.2 混凝土的运输

1. 运输混凝土时,应能保持混凝土拌和物的均匀性,不应产生分层离析现象,运送容器应不漏浆,内壁光滑平整,具有防晒、防风、防雨雪、防寒设施,并宜快速运输。运送频率,应保证混凝土施工的连续性。

2. 运输车在装料前应将车内残余混凝土及积水排尽。当需在卸料前补掺外加剂调整混凝土拌和物的工作性时,外加剂掺入后运输车应进行快速搅拌,搅拌时间应由实验确定。

3. 运至浇筑地点混凝土的坍落应符合要求,当有离析时,应进行二次搅拌,搅拌时间应由实验确定。严禁向运输到浇筑地点的混凝土中任意加水。

### 4.3 混凝土的浇筑

1. 为了获得匀质密实的混凝土,浇筑时要考虑结构的浇筑区域、构件类别、钢筋配置状况以及混凝土拌和

物的品质,选用适当机具与浇筑方法。

2. 浇筑之前要检查模板及其支架、钢筋及保护层厚度、预埋件等的部位、尺寸,确认正确无误后,方可进行浇筑。同时,还应检查对浇筑混凝土有无障碍,必要时予以修正。

3. 制定施工方案时应考虑工程情况和实际工作能力,使各环节的施工能力应与混凝土的一次浇筑量相适应,必要时混凝土的连续浇筑。

4. 对现场浇筑的混凝土要进行监控,运抵现场的混凝土坍落不能满足施工要求时,可采取经实验确认的可靠方法调整坍落度,严禁随意加水。在降雨雪时不宜在露天浇筑混凝土。

#### 4.4 混凝土的养护

1. 养护是防止混凝土产生裂缝的重要措施,必须充分重视,并制定养护方案,派专人养护工作。

2. 混凝土浇注完毕,在混凝土凝结后即须进行妥善的保温、保湿养护,尽量避免急剧变化、振动以及外力的扰动。

3. 浇筑后采用覆盖、洒水、喷雾或用薄膜保湿等养护措施;保温、保湿养护时间,对硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥拌制的混凝土,不得少于7d;对掺用缓凝型外加剂或抗渗要求的混凝土,不得少于14d。

#### 4.5 施工管理

应当确定科学的控制裂缝标准,合理的选择施工进度,避免在混凝土施工中过分抢修工期,监督混凝土施工中制定的各项技术措施,必须严格执行。不应当预先指定设计及施工方法,设计图纸上不应指定施工单位采用尚不成熟的外加剂。施工过程中及验收后发现少量的裂缝,应当采取化学灌浆方法和封闭方法加以处理,轻微的收缩裂缝不应作为“事故”处理,不应降低工程质量标准,采取适当措施以确保结构物的正常耐久使用,完全满足设计要求。除非承载力严重不足,不要轻易打掉重建,耗费巨资补强加固。注意到同一设计单位设计,同一材料供应单位,同一施工单位施工,在相同环境中,裂缝程度却完全不同,这是常遇到的现象,其要害是“非均质性”,裂缝控制的作用效应及抗力都是高度离散性和随机性的问题。

#### 4.6 环境方面

注意施工的季节,环境的温湿度及气象变化对混凝土变形性能的影响,严格控制现场坍落度、防风、及时和气象站保持紧密联系,应当尽可能在较低的温度环境中开始浇灌混凝土,中间特别注意急剧降温、急剧干燥对混凝土的不利影响。注意暴雨中不能浇灌混凝土。

具体温度的控制方法:

(1) 尽量选用低热或中热水泥,如矿渣水泥、粉煤灰水泥等。(2) 采用改善骨料级配,用干硬性混凝土,掺混合料,加引气剂或塑化剂等措施以减少混凝土中的水泥用量,将水泥用量尽量控制在 $450\text{kg}/\text{m}^3$ 以下。(3) 降低水灰比,一般混凝土的水灰比控制在0.6以下。

### 5 常见混凝土裂缝的处理方法

#### 5.1 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。

#### 5.2 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。宽度小于 $0.3\text{mm}$ ,深度较浅的裂缝、或是裂缝中有充填物,用灌浆法很难达到效果的裂缝、以及小规模裂缝的简易处理可采取开V型槽,然后作填充处理。

#### 5.3 水泥压力灌浆法

适用于缝补宽度 $\geq 0.5\text{mm}$ 的稳定裂缝。

此法应用范围广,从细微裂缝到大裂缝均可适用,处理效果好。利用压送设备(压力 $0.2\sim 0.4\text{Mpa}$ )将补缝浆液注入砼裂隙,达到闭塞的目的,该方法属传统方法,效果很好。也可利用弹性补缝器将注缝胶注入裂缝,不用电力,十分方便效果也很理想。

### 结束语

目前,混凝土结构施工已经普遍使用到了各类工程中,混凝土结构的质量直接影响着工程质量。本文简要分析了水泥混凝土结构工程施工中出现裂缝的原因,并提出了防治混凝土结构裂缝的措施。但是,混凝土结构裂缝牵扯的因素较多,在实际工程施工中很难避免。要在水泥混凝土结构工程项目施工过程中,从施工的各个环节进行水泥混凝土结构裂缝的预防控制,使工程施工的质量和效率得到有效的保障,使建设物的使用年限得到有力的保证。

### 参考文献

- [1]冯树合.工程施工中水泥混凝土结构出现裂缝的原因及预防[J].江西建材,2014(3):74.
- [2]吴巍.基于工程施工中水泥混凝土结构出现裂缝的原因及预防措施的分析[J].中华民居(下旬刊),2014(6):333-334.
- [3]赵晓春.工程施工中水泥混凝土结构出现裂缝的原因及预防[J].科技致富向导,2014(29):262.
- [4]沈亚萍.房建施工中混凝土结构出现裂缝的原因及预防[J].四川水泥,2015(6):225.