

# 大体积混凝土裂缝成因及成套控制技术研究

叶菁

(南京市建筑安装管理处, 210016)

[摘要] 结合南京地区大体积混凝土的施工经验, 分析了大体积混凝土产生裂缝的原因, 提出了可供设计、建造人员参考的裂缝成套控制技术。

[关键词] 大体积混凝土; 裂缝; 成套控制技术

[中图分类号] TU528.53

[文献标识码] A

[文章编号] 1001-523X(2004) 10-0059-02

## RESEARCH ON REASON AND COMPOSITE CONTROL MEASURES FOR MASS CONCRETE CRACKING

Ye Jing

[Abstract] Composite control measures for mass concrete crack were summarized in this paper. These measures may be adopted by the materials scientist, structure designers, builders and manage department.

[Keywords] Mass concrete; Crack; Composite control measures

### 1 概述

随着国家经济建设步伐的加快和城市的不断发展, 提高土地使用率要求的日益迫切。科学技术的进步使大型现代化工业厂房和现代高层、超高层建筑日渐增多, 与其相适应的大体积混凝土在土木工程中得到了广泛的应用, 尤其是在高层建筑和大型工业厂房基础工程施工过程中。

由于大体积混凝土体积庞大, 一次性混凝土浇筑量大, 工程条件复杂, 因而若施工措施控制不力, 极易产生各种混凝土结构裂缝, 轻者会影响混凝土的耐久性, 重者还会严重影响混凝土的力学性能。因此, 对大体积混凝土裂缝进行有效的预防, 成为工程界普遍关注的课题。本文根据多年来南京地区的施工经验, 对大体积混凝土裂缝的成套控制技术进行了一些研究。

### 2 大体积混凝土裂缝的成因

结构混凝土产生裂缝的原因是多方面的, 作为大体积混凝土来讲, 由于其形体庞大, 混凝土浇筑量大, 对混凝土结构性能影响较大的主要为由温差引起的表面裂缝和混凝土收缩引起的贯穿裂缝。

#### 2.1 表面裂缝

大体积混凝土的表面裂缝主要是由于温度作用引起的。大体积混凝土结构浇筑后, 水泥水化热大, 热量聚集在混凝土内部不易散发, 因而使混凝土内部温度升高并与其表面温度产生温差, 形成温度梯度。当温差超过  $25 \sim 28$  时, 会使大体积混凝土内部产生压应力, 也引起混凝土表面较大的拉应力。如果表面拉应力超过此时的混凝土极限抗拉强度,

就会在混凝土表面产生温度裂缝。

施工阶段外界气温的快速变化也是影响表面裂缝产生的重要因素。这是因为, 外界气温愈高, 混凝土的浇注温度愈高, 当外界温度骤然下降时, 混凝土表层会随着环境温度迅速降温, 而内部温度则降温很慢, 因而会大大增加外层混凝土与内部混凝土之间的温度梯度, 增加混凝土结构开裂的几率。特别是在冬季寒潮来临时, 如果不实施确切的控制防护措施, 特别容易产生混凝土的表面裂缝。

#### 2.2 贯穿性裂缝

大体积混凝土的贯穿性裂缝主要是由于混凝土的收缩和降温作用引起的。大体积混凝土浇筑初期, 混凝土处于升温阶段及塑性状态, 弹性模量较小, 因而变形引起的应力较小, 所以温度应力一般可以忽略不计。当混凝土开始降温时, 因散热而产生收缩, 加之混凝土硬化过程中, 由于混凝土内部拌和水的水化和蒸发, 以及胶质体的胶凝作用, 促使混凝土硬化时收缩。这两种收缩会受到基底和结构本身的约束, 产生很大的拉应力。如果产生的拉应力超过此时混凝土的极限抗拉强度, 就有可能在混凝土中产生贯穿性裂缝, 从而会影响结构的整体性、耐久性和防水性, 甚至将影响正常使用, 对于有防水要求高的地下室底板、侧板更是如此。

### 3 大体积混凝土裂缝的成套控制技术

大量的工程实践表明, 大体积混凝土裂缝的控制不能单靠某一项措施, 必须全面考虑可能的措施, 才能有效地防止大体积混凝土的裂缝。

#### 3.1 合理选择和控制混凝土的用料

在选择混凝土的用料上, 应尽量使用水化热低、安定性好的水泥。降低水化热通常有两种方法: 一是选用低水化热

的矿渣水泥,低热的矿渣水泥比同标号的普通硅酸盐水泥的水化热可减少 1/4 左右,效果明显;二是减少水泥用量,在可能的情况下可以掺入优质粉煤灰从而减少水泥用量。

在大体积混凝土中粗细骨料的含泥量是要害问题,若骨料中的含泥量偏多,不仅增加了混凝土的收缩变形,又严重降低了混凝土的抗拉强度。一般情况下,对大体积混凝土所用石子的含泥量应控制在 1% 以内,砂的含泥量应控制在 2% 以内;如果达不到要求,必须采取冲洗或其它措施,确保骨料的含泥量在控制范围内。

通常情况下,大体积混凝土浇筑为加快施工进度,保证混凝土的整体浇筑,提高混凝土自动防水能力和便于质量控制,一般要求采用泵送混凝土。但泵送混凝土有水泥用量多,坍落度大,砂率高,骨料细等特点,这些特点增加了混凝土的开裂性。因而在可能的情况下与混凝土供应商联系,对配合比进行优化,尽可能少用水泥,并将砂率控制在 40% ~ 45% 之间,适当地减小坍落度和增大粗骨料的粒径。

3.2 合理掺用外加剂

为降低水化热,减少水泥用量,减少混凝土收缩,延缓混凝土初凝时间,改善和易性,在大体积混凝土工程中通常都掺入一定的外加剂。通常有以下一些方法,掺入适量的 UEA 膨胀剂,UEA 膨胀剂可解决由于混凝土收缩及温度应力而产生的综合裂缝,主要是由于其推迟了水泥水化热峰值的出现,使升温期延长,混凝土表面温度梯度减少,另一方面其产生自应力,密实混凝土,防止混凝土初始裂缝的产生。

在混凝土中掺入缓凝减水剂,通常采用的主要是木钙,在泵送混凝土中掺入水泥质量的 0.2% ~ 0.3%,不仅可节省水泥 10%,降低水化热,同时又改善了混凝土的和易性。延缓初凝时间至 6 h 以上。

在混凝土中掺入一定的粉煤灰,可降低混凝土早期放热量,而且由于粉煤灰活性成分与水泥水化反应产物氢氧化钙发生二次水化反应,使后期强度提高。粉煤灰掺加量为水泥用量的 10% ~ 15%,降低水化热 10% ~ 15%。粉煤灰是否掺、掺量为多少这个问题必须由施工单位、混凝土搅拌站,质量监督和验收部门相互配合,共同商定。

3.3 合理选择施工方法

南京地区的大体积混凝土浇筑中通常采用的是分段施工和分层浇筑。根据大体积混凝土的施工缝或人为设置后浇带,对大体积混凝土采用分段施工和分层浇筑技术,分别独立施工。施工中确保输送管路畅通不堵,合理布置管路,减短输送距离,以减少由于管路输送增加摩擦而使混凝土产生的热量。针对泵送商品混凝土流动性大的特点,分段施工和分层浇筑方法具有如下的优点:增加了散热面,减少了应力约束,加快了热量释放,减少了收缩应力。在施工中,还要遵循大体积混凝土施工中已经形成的“分段定点,一个坡度,薄层浇筑,循序推进,一次到顶”的原则,分层分段浇筑,并保证层与层浇筑间隔不超过初凝时间。

3.4 提高混凝土振捣的质量

大体积混凝土的振捣质量对大体积混凝土的裂缝形成

的重要影响因素。在振捣过程中,要注意全面振捣,严格控制振捣时间。在振捣时间上,以混凝土开始泛浆和不冒气泡为准。在振捣过程中,避免漏振、欠振、超振。振捣时要防止震动模板,避免碰撞钢筋和预埋件。振捣程序应从底层开始,逐步上移以保证分层混凝土之间的振捣质量。一般情况下每台泵出口处至少布置四台振捣器,二台布置在混凝土浇筑处,主要用于上部混凝土振实;另二台布置在流淌处,确保混凝土能够及时流动和下部混凝土密实。如果混凝土的水灰比相对较大,可对浇筑后的混凝土在振捣期限以前给予二次振捣,以排除混凝土由于泌水而在粗骨料和水平筋下部形成的水囊和空隙,提高混凝土与钢筋的握裹力,防止因混凝土沉落而出现的裂缝,减小内部微裂,提高混凝土密实度。

3.3 制定严格的养护措施和测温工艺

混凝土浇筑后的养护措施是防止混凝土由于内外温差过大产生裂缝的不可忽略的一部分。南京地区大体积混凝土在施工时通常采用保温、保湿养护法。主要做法是在混凝土表面覆盖一层塑料薄膜,使混凝土内蒸发出的游离水积在混凝土表面进行保温养护,在薄膜上覆盖麻袋片或草包,如有可能在草包或麻袋片上再覆盖一层薄膜,效果会更好。在施工之前,根据热力学计算原理,针对每个工程的特点,计算不同的测温是大体积混凝土施工的重要组成部分,施工过程中,在底板典型断面不同深度处埋设测温元件,测温传感器采用 DS 系列半导体传感器,可以实现计算机的巡检,弥补了人工逐点测量带来的劳动力浪费问题和精度不高问题。可以随时掌握混凝土内部与表面温度差及大气温度变化情况,当温差超过 25℃ 时,及时采取保温或浇水养护等补充措施处理,防止产生裂缝。

3.6 其它一些措施

大体积混凝土的温度控制技术还有下面一些措施,是防止裂缝产生的有补充手段。

a) 减少基层约束力。基层混凝土浇筑后,及时平整压光,以降低约束,避免了混凝土收缩产生较大拉应力而造成的裂缝。

b) 埋设冷却水管。混凝土内部预设冷却水管,用循环水及时将热量排出,以降低混凝土内部最高温升。

c) 混凝土表面处理。在混凝土初凝前,选用长刮尺按标高将混凝土表面刮平,然后用木抹子反复抹压 3 ~ 4 次,以闭合混凝土早期表面收缩裂缝。

4 结论

大体积混凝土的施工质量是一个系统工程,可采用成套控制技术从设计、施工各个方面对其进行控制,才能确保工程质量。材料科学的发展及建筑科学技术管理水平的提高,将会促进裂缝控制技术的提高,但目前的大体积混凝土裂缝控制技术有待于进一步深入的研究。

参考文献

1 王铁梦. 建筑物的裂缝控制. 上海:上海科技出版社,1987