

Application Analysis of Mass Concrete Construction Technology

Donghua Luo

Sinohydro Bureau 9 Co., Ltd., Guiyang, Guizhou, 550081, China

Abstract

Mass concrete construction is often involved in modern buildings, such as high-rise building foundation, large beam, column, large equipment foundation, dam, pier, etc. Its main characteristics are large volume, the size of the smallest section in any direction is not less than 1m, or harmful cracks are caused by the temperature change and shrinkage caused by the hydration of cementitious materials in concrete. Its surface coefficient is relatively small, the hydration heat release of cement is relatively concentrated, and the internal temperature rise is relatively fast. When the temperature difference inside and outside the concrete is large, the concrete will produce temperature cracks, affecting the safety and normal use of the structure. Therefore, this paper analyzes the application of mass concrete construction technology.

Keywords

construction engineering; large volume; concrete; hydration; fracture

大体积混凝土施工技术的应用分析

罗冬华

中国水利水电第九工程局有限公司, 中国·贵州 贵阳 550081

摘要

现代建筑中常涉及大体积混凝土施工,如高层房屋基础、大型梁、柱、大型设备基础、大坝、桥墩等。它主要的特点就是体积大,最小断面的任何一个方向的尺寸不小于1m,抑或因混凝土中胶凝材料水化引起的温度变化和收缩而导致有害裂缝产生。它的表面系数比较小,水泥水化热释放比较集中,内部升温比较快。混凝土内外温差较大时,会使混凝土产生温度裂缝,影响结构安全和正常使用。因此,论文针对大体积混凝土施工技术的应用进行分析。

关键词

建筑工程; 大体积; 混凝土; 水化; 裂隙

1 引言

大体积混凝土施工技术工程的质量^[1]和安全至关重要,大体积混凝土施工和养护过程中,容易出现裂缝或断层等问题,严重地影响了建筑结构的安全性和耐久性,并且有可能导致建筑工程因为质量不达标而失败。论文针对大体积混凝土施工技术在建筑工程中的应用进行研究,分析了大体积混凝土裂隙产生的机理、裂隙分类、原因分析和施工的技术要点,提出了大体积混凝土施工技术在建筑工程中应用水平提升的策略。

2 大体积混凝土裂隙产生的机理

大体积混凝土施工阶段所产生的裂缝,主要有以下两个方面。

【作者简介】罗冬华(1980-),男,中国湖北麻城人,本科,中级工程师,从事工程管理研究。

2.1 混凝土内部因素

主要由于内外温差而产生的,由于局部存在温度差,产生温度应力和温度变形。温度应力与温差成正比,温差越大,温度应力也越大。当混凝土的抗拉强度不足以抵抗该温度应力时,便开始产生裂缝^[2]。

2.2 混凝土的外部因素

结构的外部约束和混凝土各质点间的约束,阻止混凝土收缩变形,混凝土抗压强度较大,但相对来说,混凝土抗拉强度却很小,所以收缩应力一旦超过混凝土能承受的抗拉强度时,即会出现裂缝。

3 大体积混凝土裂缝分类

大体积混凝土内出现的裂缝按深度的不同,分为贯穿裂缝、深层裂缝及表面裂缝三种。贯穿裂缝是由混凝土表面裂缝发展为深层裂缝,最终形成贯穿裂缝。它切断了结构的断面,可能破坏结构的整体性和稳定性,其危害性较为严重;深层

裂缝部分地切断了结构断面，也有一定危害性；表面裂缝一般危害性较小。

出现裂缝并不是绝对地影响结构安全，它都有一个最大允许值。处于室内正常环境的一般构件最大裂缝宽度小于等于 0.3mm；处于露天或室内高湿度环境的构件最大裂缝宽度小于等于 0.2mm。

4 大体积混凝土产生裂缝的主要原因分析

大体积混凝土产生裂缝的主要原因有以下四个方面。

4.1 水泥水化热

水泥在水化过程中要产生大量的热量，是大体积混凝土内部热量的主要来源。大体积混凝土结构断面较厚，表面系数相对较小，所以水泥发生的热量聚集在结构内部不易散失，最高温度一般可达 60~65℃，并且有较长的延续时间。这样混凝土内部的水化热无法及时散发出去，以至于越积越高，使内外温差增大，这是大体积混凝土容易产生裂缝的主要原因。

单位时间混凝土释放的水泥水化热，与混凝土单位体积中水泥用量和水泥品种有关，并随混凝土的龄期而增长。由于混凝土结构表面可以自然散热，实际上内部的最高温度，多数发生在浇筑后的最初 3~5 天。

4.2 外界气温变化

大体积混凝土在施工阶段，外界气温的变化对大体积混凝土的开裂有重大影响。它的浇筑温度随着外界气温变化而变化，外界温度越高，混凝土的浇筑温度也越高。在高温条件下，大体积混凝土温度高且不易散热，极易引起局部温差。外界温度下降，尤其是骤降，大大增加外层混凝土与混凝土内部的温度梯度，产生温差应力，造成大体积混凝土出现裂缝。

4.3 混凝土的收缩

混凝土的拌合水中，只有约 20% 的水分是水泥水化所必需的，其余 80% 要被蒸发。多余水分的蒸发会引起混凝土体积的收缩。如果混凝土收缩后，再处于水饱和状态，还可以恢复膨胀并几乎达到原有的体积。干湿交替会引起混凝土体积的交替变化，会产生收缩应力而出现裂缝。其中，影响混凝土收缩主要是水泥品种、混凝土配合比、外加剂和掺合料的品种以及施工工艺（特别是养护条件）等。

4.4 约束条件

大体积钢筋混凝土与地基浇筑在一起，当早期温度上升时产生的膨胀变形受到下部地基的约束而形成压应力。由于混凝土的弹性模量小，徐变和应力松弛度大，使混凝土与地基连接不牢固，因而压应力较小。但当温度下降时，产生较大的拉应力，若超过混凝土的抗拉强度，混凝土就会出现裂缝。

5 大体积混凝土裂缝控制

5.1 大体积混凝土配合比要求

第一，大体积混凝土配合比的设计除应符合设计强度等级、耐久性、抗渗性、体积稳定性等要求外，尚应符合大体积混凝土施工工艺特性的要求，并应符合合理使用材料、降低混凝土绝热温升值的原则。

第二，混凝土拌和物在浇筑工作面的坍落度不宜大于 160mm。

第三，拌和水用量不宜大于 170kg/m³，水胶比不宜大于 0.55。

第四，粉煤灰掺量应适当增加，但不宜超过水泥用量的 40%；矿渣粉的掺量不宜超过水泥用量的 50%，两种掺和料的总量不宜大于混凝土中水泥重量的 50%^[3]。

5.2 大体积混凝土原材料要求

第一，粗骨料宜采用连续级配，细骨料宜采用中砂。

第二，外加剂宜采用缓凝剂、减水剂；掺合料宜采用粉煤灰、矿渣粉等。

第三，大体积混凝土在保证混凝土强度及坍落度要求的前提下，应提高掺合料及骨料的含量，以降低单方混凝土的水泥用量。

第四，水泥应尽量选用水化热低、凝结时间长的水泥，优先采用中热硅酸盐水泥、低热矿渣硅酸盐水泥、大坝水泥、矿渣硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥等。根据试验，每增减 10kg 水泥，其水化热将使混凝土温度相应升降 1℃；

第五，采用非泵送施工时粗骨料的粒径可适当增大。

5.3 大体积混凝土施工组织设计

第一，大体积混凝土的模板和支架系统除应按国家现行标准进行强度、刚度和稳定性验算外，还应结合大体积混凝土的养护方法进行保温构造设计。

第二，模板和支架系统在安装或拆除过程中，必须设置防倾覆的临时固定措施。

第三，大体积混凝土结构温度应力和收缩应力的计算。

第四，施工阶段温控指标和技术措施的确定。

第五，原材料优选、配合比设计、制备与运输计划。

第六，混凝土主要施工设备和现场总平面布置。

第七，温控监测设备和测试布置图。

第八，混凝土浇筑顺序和施工进度计划。

第九，混凝土保温和保湿养护方法。

第十，主要应急保障措施。

第十一，岗位责任制和交接班制度，测温作业管理制度。

第十二，特殊部位和特殊气候条件下的施工措施。

5.4 大体积混凝土的施工控制措施

第一，在设计许可的情况下，采用混凝土 60d 强度作为

设计强度。

第二，采用低热或中热水泥配置混凝土，如粉煤灰水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥和复合水泥等。同时，充分利用混凝土的后期强度，减少每立方米混凝土中水泥的用量，如掺加粉煤灰、磨细矿渣粉等掺合料。

第三，掺入减水剂、缓凝剂、膨胀剂等外加剂。

第四，在炎热季节施工时，采取降低原材料温度、减少混凝土运输时吸收外界热量等降温措施。采用低温水或冰水搅拌混凝土，对骨料采取遮阳，喷冷水雾或冷气预冷，混凝土输送管道全程覆盖洒冷水等措施可降低混凝土的出机和入模温度。

第五，混凝土内部预埋管道，接入循环冷却水，进行水冷散热。

第六，在厚大无筋或少筋的大体积混凝土中，掺加总量不超过 20% 的块石，减少混凝土用量，以达到节省水泥和降低水化热的目的。

第七，当采用泵送混凝土时，混凝土浇筑层厚度不宜大于 500mm；当采用非泵送混凝土时，混凝土浇筑层厚度不宜大于 300mm。

第八，采取保温保湿养护，混凝土中心温度与表面温度的差值不应大于 25℃，混凝土表面温度与大气温度的差值不应大于 20℃。养护时间不应少于 14d。

第九，大体积混凝土的浇筑应合理分段分层进行，使混凝土沿高度均匀上升；采用二次振捣的方法，增加混凝土的密实度，提高抗裂能力，使上下两层混凝土在初凝前结合良好。

第十，浇筑应在室外气温较低时进行，混凝土浇筑温度不得超过 30℃，不宜超过 28℃。

第十一，随时控制混凝土内的温度变化，及时调整保温及养护措施，使混凝土中心温度与表面温度的差值不应超过 25℃，混凝土表面与大气温度差值均不应超过 20℃。

第十二，大体积混凝土施工采取分层间歇浇筑混凝土时，水平施工缝设置除应符合设计要求外，还应根据混凝土浇筑过程中温度裂缝控制的要求、混凝土的供应能力、钢筋工程的施工、预埋管件安装等因素确定。

第十三，大体积混凝土在浇筑过程中，应采取措施防止受力钢筋、定位筋、预埋件等移位和变形。

第十四，大体积混凝土浇筑时可考虑跳仓法施工或设置后浇带，以减少外应力和温度应力，有利于散热，降低混凝土内部温度。同时，浇筑面应及时进行二次抹压处理。

第十五，冬期浇筑混凝土，宜采用热水拌和、加热骨料等措施提高混凝土原材料温度，混凝土入模温度不宜低于 5℃。混凝土浇筑后应及时进行保温保湿养护。

第十六，大风天气浇筑混凝土，在作业面应采取挡风措施，降低混凝土表面风速，并增加混凝土表面的抹压次数，

及时覆盖塑料薄膜和保温材料，保持混凝土表面湿润，防止风干。

第十七，雨雪天不宜露天浇筑混凝土，当需施工时，应采取有效措施，确保混凝土质量。浇筑过程中突遇大雨或大雪天气时，应及时在结构合理部位留置施工缝，尽快中止混凝土浇筑；对已浇筑还未硬化的混凝土立即进行覆盖，严禁雨水直接冲刷新浇筑的混凝土。

5.5 大体积混凝土浇筑温度控制

浇筑温度是指混凝土经浇筑、振捣后的温，在混凝土 50~100mm 深处的温度。

控制浇筑温度是有好处的，要降低浇筑温度必须从降低混凝土出机温度入手，其目的是降低大体积混凝土的总温升值和减小结构的内外温差。降低混凝土出机温度最有效的方法是降低石子的温度。由于夏季气温较高，为防止太阳的直接照射，可要求商品混凝土供应商在砂、石堆场搭设简易遮阳装置，必要时向骨料喷射水雾或使用前作淋水冲洗。在控制混凝土的浇筑温度方面，通过计算混凝土的工程量，做到合理安排施工流程及机械配置，调整浇筑时间为以夜间浇筑为主，少在白天进行，避免因暴晒而影响质量。

5.6 大体积混凝土养护要求

大体积混凝土的养护包含保温、保湿养护。其中，保温养护的作用如下：

第一，减少混凝土表面的热扩散，减小混凝土表面的温度梯度，防止产生表面裂缝。

第二，延长散热时间，充分发挥混凝土的潜力和材料的松弛特性，使混凝土的平均总温差所产生的拉应力小于混凝土抗拉强度，防止产生贯穿裂缝。

5.6.1 保湿养护的作用

第一，刚浇筑不久的混凝土，尚处于凝固硬化阶段，水化的速度较快，适宜的潮湿条件可防止混凝土表面脱水而产生干缩裂缝。

第二，混凝土在潮湿条件下，可使水泥的水化作用顺利进行，提高混凝土的极限拉伸强度。

5.6.2 大体积混凝土养护时的温度控制方法

第一，降温法，即在混凝土浇筑成型后，通过循环冷却水降温，从结构物的内部进行温度差控制。

第二，保温法，即混凝土浇筑成型后，通过保温材料、覆盖湿砂、蓄水等办法，减慢混凝土表面及四周热量的散失，从结构物的外部进行温度控制。保温法基本原理是利用混凝土的初始温度加上水泥水化热的温升，减缓混凝土表面散热过程（通过人为控制），使混凝土里表温度差始终控制在 25℃ 以内^[4]。

5.7 大体积混凝土温控检测要求

大体积混凝土温控包括测温点的布置、测温频率、测温

工具的选用。

第一,大体积混凝土浇筑体内监测点的布置,应以能真实反映出混凝土浇筑体内最高温升、芯部与表层温差、降温速率及环境温度为原则。测温点的布置必须具有代表性和可比性。监测点的布置范围以所选混凝土浇筑体平面图对称轴线的半条轴线为测试区,在基础平面对称轴线上,监测点不宜少于 4 处,布置应充分考虑结构的几何尺寸。沿浇筑的高度,应布置在底部、中部和表面,浇筑体的底部温度,以混凝土底面以上 50mm 处的温度为准;表面温度,以混凝土表面以下 50mm 处的温度为准;内部温度,以沿垂直方向间距不超过 500mm 的测点温度为准;平面则应布置在边缘与中间,平面测点间距一般为 2.5~5m。

第二,测温频率—每昼夜应不少于 4 次;入模温度的测量,每台班不少于 2 次。所有测温孔均应编号,进行混凝土内部不同深度和表面温度的测量。测温工作应由经过培训、责任心强的专人进行。测温记录,应交技术负责人阅签,并作为对混凝土施工和质量的控制依据。

第三,测温工具的选用。为了及时控制混凝土内外两个温差以及校验计算值与实测值的差别,随时掌握混凝土温度动态,宜采用热电偶或半导体液晶显示温度计。采用热电偶测温时,还应配合普通温度计,以便进行校验。测温过程中宜及时描绘出各点的温度变化曲线和断面的温度分布曲线^[5]。

6 大体积混凝土施工技术在建筑工程中应用水平提升的策略

6.1 对施工人员进行专业化能力提升培训与考核

大体积混凝土施工技术的应用水平主要取决于施工人员的专业化能力,如果施工人员不具备足够全面的专业化知识,在大体积混凝土施工的任何一个要点环节出现了问题,都有可能会导致大体积混凝土质量不达标。在返工维修的时候既消耗成本又浪费时间,甚至有可能导致工程延期、成本超支或以失败告终。在建筑工程中有许多仅仅有混凝土施工经验的人员担任了大体积混凝土施工的工作,但是普通的混凝土施工与大体积混凝土施工存在着较大的差别,且大体积混凝土的施工难度更高。因此,在建筑大体积混凝土施工团队中存在着不少人员缺少大体积混凝土施工的专业知识与经验。对此,应当对大体积混凝土施工人员开展专业能力提升培训,在培训期间应当先带领施工人员熟悉整个工艺流程及相关要求,之后再帮助其加深对专业技术的掌握程度。在培训结束的时候可以对施工人员进行考核,当施工人员的考核不达标,则不能够让其参与大体积混凝土工程施工。

6.2 做好建筑工程施工质量监督管理工作

质量监督管理工作是确保建筑工程质量的重要工作,能够对大体积混凝土施工人员的操作起到监督管理的作用,有效地约束施工人员的行为,避免其出现偷工减料、得过且过、将就的懒惰想法。同时,质量监督管理工作还有助于及时地发现大体积混凝土施工中存在的质量问题,发现问题之后及时地解决问题。对此,应当完善质量监督管理制度,在制度中明确每一位施工人员与监管人员的权责,出现质量问题时按照权责追究相关责任人的责任。再者,还应当让监管人员做好工作日志,详细地记录好每日的监督工作。

6.3 开展大体积混凝土施工风险管理

在应用大体积混凝土施工技术时存在着大大小小的风险。例如,材料配比不达标,裂隙控制措施不到位等导致裂缝产生,这些都是可以预测到的风险,如果在施工的过程中做好风险的管理工作,在风险发生之前就先对风险进行预测,并且对风险等级进行评估,寻找出合适的降低风险或者解决问题的方案,并且委派责任人追踪管理风险,就能够有效地减少在大体积混凝土施工技术应用中出现问题的概率与严重程度。

7 结语

建筑工程是中国民生建设的必要工程,也是城镇化发展的重要标志。为了能够保障建筑工程的质量和安,需要做好大体积混凝土的施工技术管理工作。建筑工程中大体积混凝土施工的技术要点主要涉及配合比设计、原材料要求、施工组织设计、施工控制措施、温度控制、混凝土养护和温控检测等。因此,大体积混凝土施工技术在建筑工程中应用水平提升的策略为:对施工人员进行专业化能力提升培训与考核,做好建筑工程施工质量监督管理工作以及开展大体积混凝土施工风险管理。

参考文献

- [1] 丁涛.房屋建筑工程大体积混凝土结构施工技术[J].工程技术研究,2020,5(2):119-120.
- [2] 顾思阳.浅析房屋建筑工程大体积混凝土结构的施工技术[J].建材与装饰,2018(40):3-4.
- [3] 周维,徐倩,马亚航.大体积混凝土施工技术在房屋建筑中的应用分析[J].赤峰学院学报(自然科学版),2017,33(5):73-74.
- [4] 蒋浩然.房屋建筑工程大体积混凝土施工技术研究[J].河南科技,2020(19):92-94.
- [5] 林勇军.大体积混凝土施工技术的应用分析[J].建筑建材装饰,2016(19):107+114.