

土建施工中混凝土质量控制要点及应用探讨

高 杰

中国五冶集团有限公司, 河南 信阳 465350

[摘要]混凝土属于土建工程的主要结构材料,混凝土的质量好坏直接影响到建筑的安全性和耐久性。针对土建施工中混凝土质量控制难题,从原材料控制、配合比设计、浇筑振捣、养护等各方面系统分析关键技术要点。混凝土配合比设计及质量控制属于保证混凝土结构工程质量的关键部分,它牵涉到选择原料、确定水灰比、选定强度等级以及施工性能要求等诸多方面。对裂缝、蜂窝麻面、强度不够等常见质量问题的成因机理进行深入研究,从施工全过程管理、检测验收等角度提出系统的质量控制措施,为提高混凝土工程实体质量提供实践上的借鉴。

[关键词]土建施工;混凝土质量;裂缝控制

DOI: 10.33142/ec.v9i7.20050

中图分类号: TU755

文献标识码: A

Discussion on the Key Points and Application of Concrete Quality Control in Civil Construction

GAO Jie

China MCC5 Group Corp. Ltd., Xinyang, He'nan, 465350, China

Abstract: Concrete is the main structural material in civil engineering, and its quality directly affects the safety and durability of buildings. To address the challenges of concrete quality control in civil construction, key technical points are systematically analyzed from various aspects such as raw material control, mix design, pouring vibration, and curing. The design and quality control of concrete mix proportion are key parts to ensure the quality of concrete structure engineering, which involve many aspects such as selecting raw materials, determining water cement ratio, selecting strength grade, and construction performance requirements. Conduct in-depth research on the causes and mechanisms of common quality problems such as cracks, honeycombing, and insufficient strength, and propose systematic quality control measures from the perspectives of construction process management, inspection and acceptance, providing practical reference for improving the quality of concrete engineering entities.

Keywords: civil construction; concrete quality; crack control

引言

混凝土由于具有高强度、可塑性强、耐久性好等特点,在现代土建工程中被广泛使用。但是混凝土工程质量问题在实际中时常出现,裂缝、蜂窝麻面、强度不够等质量通病严重危害到结构的安全与寿命。混凝土施工质量直接关系到建筑工程整体施工质量、施工进度、施工成本,建筑工程施工中开展混凝土质量检测试验和施工全过程质量控制十分重要。造成这些问题的原因是多方面的,牵涉到原材料质量波动、配合比设计不合理、施工工艺不规范、养护条件不达标等各个方面。因此,对混凝土质量控制要点进行梳理,提出相应的防治措施,对提高土建工程质量有重要的现实意义。

1 土建施工中混凝土工程概述

混凝土工程是土建施工的重要部分,混凝土工程的质量好坏直接关系到整个工程的结构安全等级以及使用寿命。从工程实践上看,混凝土质量控制牵涉到材料选取、配合比规划、搅拌运输、浇筑振捣、养护拆模等诸多环节,任何一个环节出现偏差都会引发工程质量问题。近些年来,由于工程建设规模不断增大,施工技术不断更新,混凝土材料本身也在不断变化。高性能混凝土、自密实混凝土、纤维增强混凝土等新型材料的使用越来越普遍,对质量控制工作也提出了更高的要求。工程实践中的混凝土质量问题也出现了新的特点,施工管理人员要不断更新质量控制的观念与方法。

2 土建施工中混凝土施工关键技术分析

2.1 混凝土配合比设计与材料控制

混凝土配合比设计是混凝土工程质量控制的第一步,它的主要目的就是保证混凝土满足设计强度、耐久性、工作性等要求的同时,达到经济合理的技术方案。混凝土配合比设计及质量控制属于保证混凝土结构工程质量的关键部分,它牵涉到选择原材料、确定水灰比、选定强度等级以及施工性能等要求^[1]。配合比设计要遵循以下基本原则,一是水胶比控制,水胶比影响混凝土强度和耐久性,应根据工程要求及环境条件合理确定;二是骨料级配优化,粗骨料与细骨料的合理搭配能提高混凝土密实度和工作性;三是胶凝材料体系设计,水泥、粉煤灰、矿渣粉等材料的合理组合使用可以改善混凝土性能。在原材料质量控制上,水泥应选用质量稳定、强度等级合适的水泥,进场时应核对出厂合格证并做复试检测。粗骨料的粒径级配、含泥量、针片状含量等指标应控制,细骨料的细度模数、含泥量应控制。常用的混凝土掺合料和外加剂对于配合比设计影响很大,粉煤灰可以改善混凝土的和易性,减小水化热,减水剂可以提高混凝土的流动性,减少用水量。

表 1 混凝土原材料质量控制指标及检测频率

材料类别	关键控制指标	检测频率	主要质量要求
水泥	强度、安定性、凝结时间	每批次/500t	符合 GB175 标准
粗骨料	级配、含泥量、针片状	每批次/600t	含泥量 $\leq 1.0\%$
细骨料	细度模数、含泥量	每批次/600t	含泥量 $\leq 3.0\%$
粉煤灰	细度、需水量比	每批次/200t	II级及以上
外加剂	减水率、相容性	减水率、相容性	符合 GB8076

2.2 混凝土浇筑、振捣及养护技术

混凝土浇筑是形成实体结构的重要工序,浇筑质量影响结构整体性、密实度。浇筑前应做好以下准备工作,检查模板支撑体系的牢固性、密封性,清除模板内杂物、积水,检查钢筋保护层厚度及间距是否符合设计要求。浇筑时要控制浇筑速度和浇筑高度,防止产生离析现象。浇筑高度大于 3m 时,应使用串筒、溜槽或振动溜管等辅助下落装置。振捣是保证混凝土密实度的关键操作。振捣时应遵循快插慢拔、均匀分布的原则,振捣点间距不应大于振捣棒作用半径的 1.5 倍。分层浇筑时振捣棒插入下层混凝土 50~100mm,保证层间结合良好。每点振捣时间以混凝土表面不再显著下沉、不再有气泡冒出、表面泛出灰浆为标准,一般控制在 20~30s。过度振捣会使骨料下沉、泌水增多,振捣不足会造成蜂窝麻面。养护是混凝土质量控制中最容易被忽略,但又是最重要的一个环节。混凝土

浇筑之后,水泥水化反应不断进行,合适的温湿度条件是强度发展、耐久性形成的必要条件^[2]。养护应从混凝土终凝后立即开始,养护时间根据水泥品种和环境条件而定,普通硅酸盐水泥混凝土养护期不少于 7 天,对掺加缓凝剂或有抗渗要求的混凝土应延长至 14 天以上。养护期间应保证混凝土表面一直保持湿润状态,可以采用覆盖保湿、洒水或者喷涂养护剂等方法。

3 土建施工中混凝土常见质量问题分析

3.1 混凝土裂缝问题分析

裂缝属于混凝土工程中常见的、对工程质量造成严重影响的问题。根据成因,混凝土裂缝分为荷载裂缝和非荷载裂缝两类,非荷载裂缝比荷载裂缝更常见。混凝土质量通病主要有收缩裂缝、蜂窝、麻面、露筋等。收缩裂缝是混凝土硬化过程中水分蒸发引起的体积收缩,由于收缩受到约束而产生拉应力。塑性收缩裂缝在混凝土初凝之前出现,主要是由于表面水分蒸发过快造成的;干燥收缩裂缝出现在硬化后期,和环境湿度下降有关。温度裂缝主要是由大体积混凝土水化热引起的内外温差过大造成的,当温差大于 25~30℃时就会出现表面裂缝,严重的还会形成贯穿性裂缝。收缩裂缝中,塑性收缩裂缝多出现在夏季高温或者大风天气施工的混凝土表面,风速大于 5m/s 时蒸发速率可以达到 1.5kg/(m²h),远远大于泌水速率 0.5kg/(m²h),造成表面拉应力大于混凝土抗拉强度而产生不规则细裂纹。干燥收缩裂缝的收缩率一般为 200~400×10⁻⁶,高强混凝土可以达到 600×10⁻⁶,裂缝大多沿着钢筋方向出现。温度裂缝在大体积混凝土中比较明显,以 2m 厚的筏板基础为例,水泥水化热使中心温度在 3~5d 内达到 60~80℃,表面温度只有 30~40℃,由此产生的温度应力可达 2.0~3.0MPa,超过 C30 混凝土抗拉强度 1.43MPa。沉降裂缝多发生在柱墙和梁板的交接处,在塑性状态下钢筋阻碍混凝土下沉而沿筋方向开裂。裂缝开展宽度、深度会直接影响结构的耐久性。当裂缝宽度大于 0.3mm 的时候,水分、侵蚀介质容易进入造成钢筋锈蚀;当裂缝深度达到保护层厚度的时候,锈胀开裂的风险就增大了。裂缝宽度每增加 0.1mm,碳化速率就增加约 15%~20%。因此裂缝控制要从设计、材料、施工三个方面共同着手,设计上合理配置构造钢筋控制裂缝间距,材料上优化配合比降低收缩变形,施工上加强早期保湿养护减少塑性开裂。

3.2 蜂窝麻面与孔洞问题分析

蜂窝麻面属于混凝土表面质量缺陷的一种典型表现形式。蜂窝状的混凝土表面有大小不同的孔洞群,骨料外露,主要是由于振捣不密实或者钢筋间距太密造成的混凝土

土不能完全密实。气泡、麻面、蜂窝、裂缝、露筋、孔洞等混凝土施工通病中,蜂窝问题对结构受力影响较大,严重时会降低承载能力。麻面是混凝土表面出现粗糙的麻点状缺陷,不包含骨料外露,主要是由于模板表面质量、脱模剂涂刷不均、混凝土和易性差等原因造成的。孔洞是更为严重的质量缺陷,指混凝土中出现直径大于 25mm 的空洞,主要由严重漏振、骨料粒径过大、钢筋密集区混凝土不能有效填充等原因造成。

3.3 强度不足及耐久性缺陷分析

混凝土强度是结构承载力的基本保证,强度不够会直接威胁到工程的安全。混凝土强度质量评定理论及现场评定标准属于质量控制的主要准则。强度不足的原因可以分为以下几个方面:配合比设计不合理,水灰比过大或者胶凝材料用量不够,原材料质量波动,水泥强度不合格或者骨料含泥量过高,施工工艺问题,搅拌时间不够、运输过程中离析、振捣不密实、养护温湿度不适宜等。耐久性缺陷属于混凝土工程的隐性问题,一般是在结构服役一段时间之后才会出现^[3]。影响混凝土耐久性的因素有抗渗性能差,水分、侵蚀介质容易渗透到内部;抗冻性能不好,冻融循环造成表层剥落;碱骨料反应,骨料中的活性成分和水泥碱发生膨胀性反应;碳化深度大,钢筋保护层中性化引起锈蚀;氯离子侵蚀,破坏钢筋钝化膜造成锈胀开裂。

4 土建施工中混凝土质量控制措施及应用

4.1 原材料与配合比质量控制

原材料质量控制是混凝土质量控制的开始。水泥进场时要核查强度等级、安定性等主要指标,不同批次的水泥要分别存放,不得混用。粗骨料含泥量不大于 1.0%,泥块含量不大于 0.5%,针片状颗粒含量不大于 10%。细骨料应选用级配良好的中粗砂,细度模数为 2.3~3.0。根据实践经验从三个方面对影响建筑混凝土工程质量的常见问题进行了详细的分析,其中原材料波动是造成建筑混凝土质量的主要因素之一。配合比设计要按照工程特性、施工状况、环境要素实施动态改良。强度等级、坍落度要求、耐久性指标等都属于配合比设计的参照对象。配合比设计在满足案例技术要求的基础上,确定水泥、矿物掺合料、骨料、外加剂的材料类型,计算分析得到基准配合比。施工时应根据骨料含水率的变化及时调整施工配合比,保证水胶比的稳定。

4.2 施工全过程质量管理措施

施工全过程质量管理要从准备阶段一直延续到结束。从事前准备阶段、混凝土浇筑阶段、混凝土养护及验收阶段开展全过程控制,是避免质量通病的有效手段。准备阶

段要做好技术交底工作,使操作人员对质量要求和操作规程有清楚的认识。模板工程应保证有足够的刚度、强度和稳定性,接缝处严密不漏浆。浇筑时要控制浇筑速度,防止混凝土自由下落高度过大造成离析。振捣要规范操作,不能漏振、过振或者欠振。从设计、原材料、模板、浇筑、养护、拆模等各方面提出有效的防治措施,养护环节尤为重要。高温施工时应采取降温措施,低温施工要做好保温防冻工作。拆模时间应根据混凝土强度发展情况来定,不能过早拆模造成结构损坏。高温季节施工时,要采取降低入模温度的综合措施,对骨料进行喷淋降温,用冰水搅拌,每立方米混凝土可加入 50~100kg 冰屑代替部分拌合水;对水泥储罐和输送管道采取遮阳隔热措施,保证混凝土入模温度不大于 30℃。低温季节施工时应启动冬施方案,在零下 5℃ 以下环境浇筑混凝土时,需掺加防冻剂,掺量为胶凝材料总量的 3%~5%,并采用蓄热法或暖棚法养护,棚内温度不得低于 5℃。浇筑时设置临时伸缩缝或后浇带,间距控制在 30~40m,后浇带封闭时间不少于 45 天。养护管理上要创建养护台账记录制度,对养护开始时间、养护方法、环境温度和湿度、养护责任人等加以记载。用塑料薄膜覆盖养护时,需要使薄膜和混凝土表面紧密接触,边缘用重物压实防止风吹起。涂刷养护剂时,养护剂的喷涂量不应少于每平方米 0.2kg,涂刷后 4h 内不得淋水。竖向构件,例如柱、墙等,可以采用带模养护和喷涂养护剂相结合的方式养护,即拆模后立即喷洒养护剂并包上塑料薄膜,养护时间不少于 14 天。

4.3 混凝土质量检测与验收管理

质量检测是评定混凝土质量的一种方式。混凝土强度评定应采用标准养护试件和同条件养护试件相结合的方法。标准养护试件用来评价配合比强度是否达标,同条件养护试件反映实体结构强度发展情况。按照科学的配合比拌制混凝土,经过各项性能检测,保证出厂质量及施工质量满足要求。现代化管理对混凝土配合比设计提出新的要求,采用浮动配合比和质量控制图对混凝土施工进行质量控制是现代检测技术的发展方向。现场检测回弹法、钻芯法、超声回弹综合法等无损检测技术可以用来判断实体强度。钢筋保护层厚度检测、碳化深度检测、抗渗性能检测等专项检测要按照工程要求组织实施。验收阶段要检查原材料质量证明文件、施工记录、检测报告等资料,实体质量要符合设计图纸和规范要求。

5 结语

混凝土质量控制在土建施工中占有非常重要的位置。原材料的选择、配合比的设计、施工工艺的控制、养护管

理、质量检测验收等各个环节都会对最终工程实体的质量水平产生影响。裂缝、蜂窝麻面、强度不够等常见质量问题的防治要从技术、管理两方面同时入手,技术上要改进配合比设计、规范施工工艺、加强养护管理,管理上要健全质量责任体系、完善过程记录、加强检测验收。随着建筑工程向着高层化、大跨度的方向发展,混凝土质量控制的要求也越来越高,推广应用智能化检测设备和信息化管理手段,将会成为提高质量控制水平的一种重要方式。只有建立全过程、全方位的质量控制体系,才能提高混凝土工程质量,保证土建结构的安全性、耐久性。

[参考文献]

- [1]李世华,庞志成.混凝土配合比设计及其质量控制技术探讨[J].城市建设理论研究(电子版),2024,11(12):133-135.
 - [2]王皓飞.建筑施工过程混凝土工程质量控制[J].产品可靠性报告,2024,13(6):50-51.
 - [3]王杰.建筑工程中混凝土配合比设计与检测[J].建材发展导向,2024,22(19):11-13.
- 作者简介:高杰(1991—),男,河南信阳人,中级工程师,河南城建学院土木工程专业毕业,现就职于中国五冶集团有限公司,从事房建工作。