

建筑工程施工主体结构混凝土工程技术分析

刘军政

河南水建集团有限公司 河南 商丘 476900

摘要: 本文深入剖析建筑工程施工主体结构中混凝土工程的相关技术。通过对混凝土原材料选择、配合比设计、施工工艺以及质量控制等多方面技术要点的探讨,旨在为提升混凝土工程质量、保障建筑主体结构安全提供理论与实践指导。分析表明,科学合理地运用混凝土工程技术,对提高建筑工程整体性能具有至关重要的作用。

关键词: 建筑工程; 主体结构; 混凝土工程; 技术分析

引言

在建筑工程中,主体结构的稳定性和安全性直接关系到整个建筑的质量和使用寿命。混凝土作为主体结构中最为常用的材料之一,其工程技术的优劣对建筑主体结构性能有着决定性影响。随着建筑行业的不断发展,对混凝土工程技术的要求也日益提高,深入研究混凝土工程技术对于推动建筑工程领域的进步具有重要意义。

1 混凝土原材料选择技术

混凝土原材料的质量直接影响到混凝土的性能。水泥作为混凝土的胶凝材料,其品种和强度等级的选择需根据工程实际需求确定。例如,普通硅酸盐水泥适用于一般建筑工程,而对于大体积混凝土工程,则宜选用低热水泥以降低水化热。骨料分为粗骨料和细骨料,粗骨料的粒径、形状和级配对混凝土的强度和工作性能影响显著。连续级配且针片状含量少的粗骨料可提高混凝土的密实度和强度。细骨料的颗粒形状、细度模数等也不容忽视,中砂通常是较为理想的选择,其能使混凝土具有良好的和易性。此外,外加剂在混凝土中虽用量较少,但作用巨大。减水剂可在不影响混凝土工作性能的前提下减少用水量,提高混凝土强度;引气剂能改善混凝土的抗冻性和耐久性^[1]。

2 混凝土配合比设计技术

2.1 设计原则

混凝土配合比设计需紧密贴合工程实际情况。强度等级设计不能仅依赖理论数值,施工现场条件复杂多样,搅拌设备的性能差异和振捣工艺的熟练程度不同,都影响着混凝土的最终强度。小型搅拌站的设备功率不足,难以充分搅拌均匀材料,振捣工人经验欠缺,易出现振捣不实的问题。因此,为保证混凝土强度稳定达标,常需适度提高设计强度保证率。以C30混凝土为例,若施工条件较差,可按C35设计配合比,预留强度余量来应对施工中的不利因素。施工和易性在混凝土运输至浇

筑的整个过程中至关重要,差的和易性会导致运输时离析,影响浇筑质量;而良好的和易性便于混凝土填充模板与振捣,泵送混凝土对和易性要求更高。耐久性设计则根据工程环境而定,水工结构需着重考虑抗渗性,严寒地区建筑要突出抗冻性,化工区域周边建筑则以防化学侵蚀为重点。

2.2 设计方法

绝对体积法以混凝土各组成材料绝对体积之和等于混凝土总体积为核心依据。运用此方法,需精准测定水泥、骨料、水及外加剂等材料的密度。已知水泥密度为 3.1g/cm^3 ,若每立方米混凝土中水泥用量为 350kg ,那么水泥的绝对体积为 $350 \div 3.1 \approx 112.9\text{cm}^3$ 。通过建立各材料绝对体积相加等于 1m^3 (即 1000000cm^3)的方程,求解出各材料用量。该方法在对材料填充精准度要求极高的自密实混凝土配合比设计中应用广泛,因其能精准把控各材料体积占比,确保混凝土具有优良的自流平与填充性能。假定容重法操作相对简便,先依据经验假定混凝土容重,普通混凝土容重范围一般在 $2350\text{--}2450\text{kg/m}^3$ 。假设某工程假定混凝土容重为 2400kg/m^3 ,已知水泥用量、水灰比、砂率等关键参数,设水泥用量为 C ,水用量为 W (由水灰比确定),砂用量为 S ,石子用量为 G ,借助砂率公式 $\beta = S / (S + G)$ 以及 $C + W + S + G = 2400$,联立方程组求解各材料用量。在一般工业与民用建筑中,假定容重法因计算便捷且经试配调整后能较好满足工程要求,故而得到广泛应用。

2.3 影响因素

水灰比是混凝土性能的关键因素,极大地左右着强度与耐久性。水灰比过大,混凝土内多余水分蒸发后形成孔隙,严重削弱强度,研究显示,水灰比从 0.5 提升至 0.6 ,28天抗压强度或降低 $10\%\text{--}15\%$,且孔隙增多使抗渗性变差,加速钢筋锈蚀,危及结构耐久性。反之,水灰比过小,水泥浆黏稠,致使混凝土流动性和和易性

不良,搅拌时混合不均,运输易堵管,浇筑难以填充模板,内部易现空洞,影响质量。水泥用量同样关键,用量不足,胶凝作用欠缺,混凝土结构松散、强度难达标,农村自建房常因省水泥出现墙体开裂等问题。而用量过多,成本大增且水化热过多,引发温度应力致混凝土收缩开裂,大体积混凝土基础施工时,严控水泥用量是防裂关键。骨料的品质与用量也不容小觑,连续级配、形状佳的骨料可提升混凝土密实度与强度,若骨料含泥量等杂质超标,会削弱与水泥浆的粘结力,大幅降低混凝土性能^[2]。

2.4 配合比优化

采用掺合料替代部分水泥,是优化混凝土配合比的有效策略。以粉煤灰为例,其独特的球形颗粒在混凝土中发挥滚珠效应,显著提升流动性,改善施工性能。并且,粉煤灰的活性成分可与水泥水化产物二次反应,生成更多凝胶,增强混凝土耐久性。在商品混凝土生产中,通常掺入15%-30%的粉煤灰,既降低成本,又提升综合性能。矿渣粉则常用于大型桥梁基础等工程,能显著增强混凝土后期强度,满足对结构长期性能的要求。此外,先进试验设备与软件助力配合比精准优化。压力试验机、电通量测定仪可精确测试混凝土力学与耐久性指标。配合比设计软件输入原材料参数及工程要求后,能快速模拟不同配合比下混凝土性能。经多组模拟对比,筛选出初步方案,再结合实际试验数据修正,高效且精准地确定满足工程全方位需求的最优配合比,全面提升混凝土综合性能。

3 混凝土施工工艺技术

3.1 混凝土搅拌

(1) 混凝土搅拌是确保各组成材料均匀融合的基石,对混凝土最终性能起着决定性作用。搅拌时间的把控犹如走钢丝,精准与否直接影响混凝土质量。搅拌时间过短,水泥、骨料、外加剂等材料无法充分交融。在一些小型搅拌站,因设备老旧、搅拌叶片磨损严重,搅拌时长常不足3分钟。此时,水泥颗粒未能完全被浆体包裹,骨料表面附着的水泥浆不均,致使混凝土内部成分离散。强度检测时,同批次试块强度偏差大,难以契合设计要求。相反,搅拌时间过长,骨料在持续搅拌下相互摩擦破碎,水泥浆体包裹层遭破坏,引发混凝土离析,原本均匀的结构瓦解,浆体与骨料分离,严重损害混凝土工作性能,无法正常浇筑。(2) 原材料计量精度是保证配合比准确的核心。以水泥为例,其用量偏差直接左右混凝土强度。水泥用量低于设计值,硬化后混凝土强度难以达标,农村自建房常因节省成本,水泥计量

偏差超 $\pm 10\%$,建成后墙体易开裂。骨料方面,粗细骨料计量不准改变混凝土级配,影响和易性与密实度。外加剂虽用量少,但作用关键,如减水剂计量偏差,会使混凝土用水量失控,影响强度与工作性能。现代化搅拌站多配备电子秤等高精度计量设备,并定期校准维护,确保计量精准。(3) 强制式搅拌机凭借独特搅拌原理,高效实现材料均匀混合。其搅拌叶片与筒壁间隙小,物料在叶片强力作用下,产生强烈翻转、剪切运动。相比自落式搅拌机,强制式搅拌机对高强度等级混凝土搅拌效果更优。在高层建筑核心筒施工中,C60及以上强度等级混凝土常被使用,强制式搅拌机可将水泥、优质骨料、高性能外加剂高效混合,满足混凝土高强度、高耐久性需求。

3.2 混凝土运输

(1) 混凝土运输是维持其初始性能的关键阶段,运输途中和易性的保持至关重要。若运输时混凝土发生离析,粗骨料下沉、浆体上浮,卸料时会出现先流稀浆、后卸骨料堆积的状况,严重破坏浇筑质量。为防离析,运输车辆行驶时需匀速,避免急刹车与急转弯,减少混凝土在车内剧烈晃动。搅拌车搅拌装置在运输中应低速持续转动,一般转速2-6转/分钟,让混凝土各成分维持相对均匀状态。(2) 坍落度损失是运输常见难题。随运输时间延长,混凝土中水分蒸发、水泥持续水化,坍落度减小。夏季高温时,气温超 35°C ,混凝土坍落度损失速率加快,1小时内可能损失30-50mm。为解决此问题,运输车辆需具备良好密封性,减少水分蒸发。夏季高温时,可给罐体安装遮阳罩,降低罐体温度,减缓水分蒸发与水泥水化速度。冬季低温时,气温低于 5°C ,混凝土水分易结冰,影响和易性与后期强度发展。此时,运输车辆需包裹岩棉毡等保温材料,维持混凝土适宜温度。(3) 合理规划运输路线是缩短运输时间的有效手段。施工单位应提前勘察路况,避开交通拥堵路段,尤其在城市中心区域施工,早晚高峰交通流量大,易延误运输。通过与交通管理部门沟通获取实时路况,选择最优路线,确保混凝土能在规定时间内运抵施工现场。一般而言,混凝土从搅拌完成到浇筑开始,不宜超2小时,高性能混凝土时间限制更严,以保障性能稳定^[3]。

3.3 混凝土浇筑

(1) 混凝土浇筑前,模板与钢筋检查是确保浇筑质量的前提。模板尺寸、平整度、垂直度需符合设计,拼接缝应严密防漏浆。模板拼接缝过大,浇筑时水泥浆流失,混凝土表面易现蜂窝、麻面。大型商业建筑柱模板安装时,垂直度偏差需控制在5mm内,否则影响结构受

力。钢筋规格、数量、间距也需严格检查,间距过大,浇筑时混凝土易局部空洞,影响强度;间距过小,阻碍混凝土流动,难以振捣密实。(2)浇筑过程中,控制浇筑速度与高度是防止混凝土分层离析的关键。浇筑速度过快,混凝土在模板内来不及均匀分布,易局部堆积,导致振捣不密实。大体积混凝土如大型基础筏板浇筑,方量大、时间长,需采用分层浇筑、分段振捣法。分层厚度一般300-500mm,分层浇筑可使水化热均匀散发,避免温度过高裂缝。分段振捣时,振捣棒需插入下层混凝土50-100mm,确保上下层结合紧密。(3)振捣是使混凝土密实的关键操作。漏振使混凝土内部有空隙,降低强度与抗渗性,水工结构墙体浇筑若漏振易渗水。过振则使骨料下沉、浆体上浮,产生泌水,影响强度与耐久性。插入式振捣器适用于厚混凝土构件,如基础、柱,操作时快插慢拔,振捣点均匀布置,间距不超作用半径1.5倍。表面振捣器适用于薄构件,如楼板、路面,通过表面振动使表面密实平整。

3.4 混凝土养护

(1)混凝土养护是保障强度增长与耐久性的重要举措。自然养护成本低、操作简便,在一般建筑工程广泛应用。自然养护关键是保持混凝土表面湿润。水平结构如楼板,混凝土初凝后覆盖草帘,定时洒水,使草帘始终湿润。洒水频率依环境温度、湿度而定,夏季高温干燥时,每天洒水5-6次,维持表面湿度,促进水泥水化。

(2)人工养护中的蒸汽养护适用于预制构件生产,能加速混凝土强度增长、缩短生产周期。蒸汽养护需严格控制温度与时间,一般分静停、升温、恒温、降温四阶段。静停阶段让混凝土常温下初步凝结,2-6小时;升温阶段升温速度不宜快,15-25℃/小时,防混凝土因温度急剧变化开裂;恒温阶段温度60-80℃,持续时间依构件类型、水泥品种定;降温阶段降温速度也不宜快,10-15℃/小时,使混凝土缓慢冷却,避免温度应力。(3)养护时间依水泥品种、混凝土强度等级、环境温度确定。普通硅酸盐水泥混凝土养护不少于7天,掺缓凝剂或有抗渗要求的混凝土不少于14天。大体积混凝土因内部水化热高、降温慢,养护时间更长,可达28天甚至更久。长时

间养护使水泥充分水化,提高强度与耐久性,减少裂缝产生^[4]。

3.5 混凝土缺陷处理

(1)混凝土施工中,蜂窝、麻面、孔洞等缺陷时有发生。蜂窝因混凝土振捣不密实,骨料间有空隙形成。小面积蜂窝,先用钢丝刷清除松散混凝土,压力水冲洗干净,表面干燥后用1:2-1:2.5水泥砂浆修补,修补后洒水养护,确保砂浆与原混凝土结合牢固。(2)麻面是混凝土表面局部缺浆粗糙、有小凹坑,主要因模板不光滑、脱模剂不均或振捣不足。处理时,先清水冲洗麻面部位,再用水泥浆抹面,多次涂抹压实,使表面平整光滑,同样需养护保证效果。(3)较大孔洞和缺陷处理较复杂。先清除松动混凝土至坚实基层,再用高级强度的细石混凝土修补,可适量添加膨胀剂补偿收缩,确保修补材料与原混凝土紧密结合。修补后,对修补部位加强养护,覆盖保湿材料定时洒水,养护不少于7天,保证强度增长与结构整体性。重要结构部位缺陷修补后,还需超声波检测等,确保修补质量满足设计要求。

结语

建筑工程施工主体结构混凝土工程技术涵盖原材料选择、配合比设计、施工工艺等多个环节。每个环节的技术要点都相互关联、相互影响,只有在各个环节都严格把控技术要求,才能确保混凝土工程质量,从而保障建筑主体结构的安全与稳定。随着建筑技术的不断发展,混凝土工程技术也将持续创新和完善,为建筑行业的发展提供更坚实的技术支撑。

参考文献

- [1]朱必豪.建筑工程主体结构施工技术及质量控制措施[J].建筑与预算,2023(9):74-76.
- [2]李东卫.建筑主体结构工程施工技术要点探析[J].现代工程科技,2024,3(1):33-36.
- [3]王川.民用建筑工程主体结构钢筋混凝土施工技术要点探究[J].砖瓦世界,2024(17):34-36.
- [4]陈胜利.建筑主体结构工程施工技术要点分析[J].广东建材,2024,40(8):171-173.