

建筑工程混凝土配合比设计及优化

李明宇

(盘锦恒力公路工程有限公司, 辽宁 盘锦 124000)

【摘要】现代建筑工程建设中混凝土的性能优势逐渐突出, 用量越来越大, 同时也积累了更多的施工经验, 总结了混凝土施工特点, 对常见的施工问题也有比较深刻的认识, 可以为后续工程建设提供更多参考。混凝土施工技术是确保建筑工程混凝土结构质量的关键, 通过深入探讨混凝土施工的前期准备、材料选择、配合比设计、搅拌、运输、浇筑和养护等环节, 本文强调了各步骤中的技术要点和注意事项。合理应用施工技术, 严格控制施工参数, 能有效提升混凝土结构的整体性能和耐久性。

【关键词】建筑工程; 混凝土; 配比; 优化

引言:

在建筑工程中, 混凝土作为一种基础的建材, 其配合比设计对于确保结构安全性、耐久性及经济性至关重要。通过科学合理的配合比设计及其优化, 解决现有混凝土设计中存在的问题, 如强度不足、耐久性差和成本高等, 以期提升混凝土的整体性能。

一、混凝土施工特点

(一) 工序繁杂

混凝土施工流程涉及的工序众多, 且相互之间关联密切, 如果其中任何一个环节出现问题, 均会对最终的施工效果产生影响。在实际施工中, 所有工序均有严格的施工程序, 包括搅拌、浇筑、振捣以及养护等, 需要控制的细节众多, 这就决定了整个施工过程的复杂性, 出现问题的可能性也更高。为保证达到与设计一致的施工效果, 需要所有部门之间做好协调工作, 保持良好的信息沟通, 共同配合顺利完成每一项施工内容, 将每个技术要点落实到位^[1]。

(二) 整体性强

建筑工程结构整体性强, 混凝土结构作为主要部分, 直接关系到整个工程的安全性与稳定性, 因此一直以来都是施工管理的重点。在设计环节就要重视工程结构的完整性, 为后续施工打好基础, 然后进入到施工环节后, 把握好每道工序, 通过对各施工技术的细节控制, 按照设计完成整个施工流程。与此同时, 不同分项之间要通过充分交流来保证混凝土施工的完整性, 提高混凝土施工效果。

二、混凝土施工常见问题及原因分析

(一) 露筋

露筋问题在混凝土结构中表现为钢筋或预埋金属件未能完全被混凝土所覆盖, 而呈现在结构表面, 不仅影响了结构的美观性, 还可能对结构的耐久性和安全性造成潜在威胁。原因方面: 首先, 振捣操作不当是露筋问题的主要原因之一, 不足或不均匀的振捣容易导致混凝土在浇筑后出现空隙,

使得钢筋未能充分被混凝土包裹, 从而露在结构表面。振捣操作的不良可能是由于振捣时间、频率或力度的不合理选择^[2]。其次, 模具的设计和使用也可能引发露筋问题。不合理的模具结构可能妨碍混凝土在模具内的均匀流动, 导致混凝土在模具中充实不足, 难以将钢筋完全包裹。最后, 混凝土配合比的选择也是露筋问题的潜在原因。不适宜的配合比容易导致混凝土流动性差, 使得振捣效果不佳, 从而影响混凝土的均匀性, 导致钢筋露出。

(二) 裂缝

收缩裂缝是混凝土在硬化过程中受到内部和外部约束, 水分蒸发干缩, 或者由于相对湿度、温度、混凝土配比等因素引起的收缩而产生的裂缝。在实际施工过程中, 不乏会遇到各种恶劣天气, 如高温、大风, 这会导致混凝土表面的水分快速蒸发流失, 进而提前凝结成形, 但此时的混凝土自身尚未具备足够的强度, 仍然在缓慢反应, 释放水化热, 一旦在热胀冷缩作用下发生形变, 内部混凝土所产生的应力超过外部混凝土所能承受的极限, 就会在外部混凝土的表面产生收缩裂缝。

热裂缝是温度变化引起的伸缩应力超过混凝土抗拉强度时产生的裂缝。其成因与收缩裂缝存在一定的共同点, 如极端条件、温度不均匀分布等。此类裂缝是混凝土工程施工中较为常见的一种, 通常裂缝较为细密, 对建筑的整体影响较小。

荷载裂缝是混凝土结构在承载荷载作用下产生的裂缝, 是超载、不均匀荷载、地基沉降等原因引起的。地基不均匀沉降导致的裂缝深度可达几毫米至几厘米不等。此类裂缝在混凝土施工中是破坏性最大的一种, 甚至还会严重影响建筑的整体稳定性, 导致楼房成为危房^[3]。

(三) 蜂窝

混凝土蜂窝问题是指混凝土表面出现局部空洞和凹凸不平的现象, 给建筑外观和结构性能带来负

面影响。该问题的主要原因涉及混凝土浆体的流动性、模具的设计和施工操作等多个方面。比如,混凝土浆体的流动性差可能导致不良的充实情况,即未能充分填充模具内每个角落,从而形成蜂窝。再如,模具的设计和表面润湿处理直接影响混凝土表面的质量,不合理的模具结构或不当的润湿处理可能使混凝土难以完全贴合模具表面,形成蜂窝。同时,施工操作中振捣不均匀、振捣时间不足等因素也可能导致混凝土表面出现蜂窝问题。

(四) 沉降

不均匀沉降问题发生的根本原因在于混凝土结构基础,基础稳固性不足,再加上混凝土结构本身的重量,在施工后就有一定可能出现沉降,不可避免地会影响到混凝土自身结构性能。结合历史经验可以确定,受不均匀沉降问题的影响,混凝土结构会发生变形,并且由此产生拉应力最终形成结构裂缝,对工程结构的整体性能有着极大影响。

三、建筑工程混凝土配合比设计及优化

(一) 施工前准备

施工前准备是混凝土工程施工的基础,首先要组织技术团队对施工图纸进行深入研究,全面了解工程的需求和设计意图。在这一步骤中,要特别关注混凝土的强度等级、浇筑部位、厚度等关键参数,确保施工时能够准确执行。其次,要进行现场勘查,了解施工环境、地形地貌以及可能存在的施工障碍。根据勘查结果,制定针对性的施工方案和应对措施,确保施工安全和顺利进行。此外,要组织设备检查与维护工作,确保混凝土搅拌机、运输车、振捣器等关键设备性能良好^[4]。同时,对设备操作人员进行培训,确保他们熟悉设备操作规程,能够应对施工中的突发情况。最后,要对选购的水泥、砂石等原材料进行质量检验,确保其质量符合工程要求。与供应商建立有效的沟通机制,确保材料供应的稳定性和及时性。

(二) 混凝土配合比设计要求

在进行配合比设计过程中,必须根据工程特点进行设计,并结合项目实际情况选用适合本项目的配合比。同时,还需要考虑以下几个方面:

1. 配合比设计人员要求。配合比设计是个系统性的工作,设计人员至关重要,一个好的配合比设计人员,不但需要有混凝土工程的相关专业知识,还要有综合理解和应用这些知识的能力,并对混凝土工程的施工现状了然于心。只有经常深入现场,听一线人员的要求,结合项目的特点和要求,设计时才能考虑周全;另一方面,还应与搅拌站的拌和机手、罐车司机及上料师傅建立良好的工作关系,宣传混凝土的基础知识。

2. 混凝土工作性能要求。混凝土的工作性是指混凝土拌合物在一定施工条件下和环境下,易于施工操作且能获得均匀密实的混凝土的一种性能。主

要包括混凝土的流动性、黏聚性和保水性,一些特殊施工时,还应考虑可泵性、可塑性、稳定性、可振实性等性能。而且,在考虑工作性的同时必须考虑混凝土强度,还需综合考虑其经济性及耐久性。

3. 混凝土强度性能要求。混凝土强度等级需根据设计确定,其基本强度指标包括立方体抗压强度、棱柱体轴心抗压强度、抗弯拉强度,并且应根据不同部位采用相应的强度标准。普通混凝土是以立方体抗压强度为设计强度等级值。此外,在满足设计强度的同时要综合考虑项目施工的可操作性、耐久性和经济性,这四大性能相互制约,不能局限地考虑单方面。

(三) 施工过程控制措施

为了确保混凝土水灰比不受影响,在混凝土搅拌运输过程中应该派遣专用搅拌车进行运输,并且要注意在装料之前保持容器内干燥,避免湿度过高。此外,在输送过程中,需要确保搅拌桶运行稳定,以保证混凝土在输送过程中得到均匀搅拌,减少出现分层和离析现象的可能性。从专业数据来看,目前混凝土搅拌桶在运行时通常会将转速设定在3~6r/min。同时,在运输过程中,最长运输时间不应超过1.5h。项目部应根据浇筑部位编制专项的施工方案,确定浇筑顺序和各个构件浇筑的间隔时间,确保混凝土浇筑的连续性、及时性,避免形成冷缝。同时,尽量避免雨天浇筑混凝土。在遇到下雨天气时,应对运输车、泵车斗以及作业层,采取防雨措施,避免雨水对混凝土级配产生影响,进而发生离析、堵管等可能影响混凝土浇筑质量的突发状况。混凝土浇筑过程管控也尤其重要。施工人员应根据具体施工要求,合理计算浇筑层厚和浇筑面积^[5]。严格按照方案进行操作,较好地避免质量缺陷的产生。例如,利用振捣棒进行振捣时,若振捣时间过早,会给钢筋与混凝土间的握裹作用带来负面影响,使混凝土的均匀性和密实性大大降低。另外,钢筋保护层的厚度不达标,同样会导致握裹作用的降低,使混凝土更容易开裂变形。最后要完善验收程序,避免检查不到位导致的钢筋漏筋,后续被雨水腐蚀形成混凝土缺陷,进而发展成裂缝。合理控制拆模时间,过早拆模会导致混凝土强度不足,出现开裂;过晚拆模则会错过混凝土的最佳养护时间。应根据实际环境,设置标养试块与同养试块进行实验,确认该施工地区混凝土最佳拆模时间,避免早龄期混凝土因施工原因产生缺陷。

(四) 混凝土浇筑

在浇筑前,应检查模板安装情况,确保模板的尺寸、位置、标高和稳定性等符合要求。同时,要清理模板内的杂物,涂刷脱模剂,为混凝土浇筑创造良好的条件。将搅拌好的混凝土运输到浇筑地点,确保混凝土在初凝前浇筑完毕,运输过程中要控制好混凝土的坍落度,保持混凝土的和易性和工

作性能。浇筑时要控制好混凝土的浇筑速度和振捣时间，确保混凝土充分密实。浇筑时应分层进行，每层厚度不宜过大，一般不超过振捣棒长度的1.25倍，并控制好混凝土的入模温度，避免因温度过高或过低影响混凝土的质量。浇筑完成后，应及时进行混凝土的振捣工作。振捣时要选用合适的振捣设备，控制好振捣时间和振捣方式，避免出现过振或漏振现象。同时要确保混凝土表面平整、无气泡。浇筑完成后，应及时进行混凝土的养护工作。保持适宜的温度和湿度，促进混凝土的硬化和强度增长。同时要及时发现和处理混凝土表面的质量问题，确保混凝土结构的耐久性和安全性。

（五）施工后续养护措施

项目部要利用信息化技术对混凝土温度进行监测，对板块数据进行分析。同一板面可能因周围建筑遮挡，导致表面蒸发速率不一致，使得在同一板面不同区域的混凝土状态截然不同。应对降温较慢的区域增加降温措施，避免因温度应力产生裂缝。例如，地下室外墙通常较长，建议安装自动喷淋养护系统，设置专人负责养护，在养护区域设置签到表，要求按时间签到养护。采取覆膜保温时，覆膜交界处应有至少5cm的重叠。另外应注意养护时间，避免提前施加荷载，因为荷载对未达到强度的混凝土的破坏巨大。还要避免提前拆模，因为混凝土在刚刚施工完毕时强度较弱，容易受到外力的影响而出现裂缝和变形等问题。在混凝土养护期间，应该避免重物碰撞和踩踏等行为，确保混凝土表面光滑平整，从而避免混凝土出现损伤。大体积混凝土因水化热大，更容易产生裂缝，养护时应尽可能采用蓄水养护或流水养护。

（六）混凝土配合比设计的优化

1. 高性能外加剂的选用。（1）减水剂。为了优化混凝土配合比，在本项目中，使用了高性能减水剂代替高效减水剂，其减水率可达到25%。通过减少混凝土中的用水量而不牺牲其流动性，最终使混凝土的28天抗压强度从35.3MPa提高到了40.3MPa，显著提升了结构的长期稳定性和耐久性，同时减少了水泥的用量，有效控制了工程成本；（2）缓凝剂。选用的缓凝剂可以延长混凝土的凝结时间，具体技术规格为延长凝结时间2小时，其添加量为水泥重量的0.05%，即每立方米混凝土中水泥用量为388.1kg时，缓凝剂的添加量为0.19kg。这一调整确保了在高温天气或大体积浇注中混凝土的质量控制，有效避免了施工中的热裂问题，同时为施工团队提供了更灵活的工作时间安排，确保了施工质量和效率。

2. 强度与耐久性。在某建筑工程的混凝土配合比优化过程中，强度与耐久性的提升是显著成果之一。优化前，混凝土的28天抗压强度从原设计的40.3MPa变为39.1MPa，这是因为水灰比的增加使得混凝土强度有所降低。优化后的配合比中，水灰比调整为0.41，同时，通过增加高性能减水剂的比

例至水泥重量的1.1%，即每立方米混凝土中添加3.98kg，优化了混凝土的密实度和微结构，从而显著提升了抗压强度。此外，混凝土的耐久性通过引入适量的引气剂得到了改善，引气剂的加入量为水泥重量的0.05%，即每立方米混凝土增加了0.1875kg，有效地提升了混凝土的抗冻性能，使其耐冻融循环次数由优化前的F200级提升至F300级，增强了材料在极端气候条件下的使用寿命。

四、经济效益

在某工程中，混凝土配合比的优化不仅提升了材料性能，还带来了显著的经济效益。优化措施通过减少水泥用量和精确使用外加剂，实现了成本的有效节约。具体而言，通过将水泥用量从每立方米的388.1kg降低到362.2kg，考虑到水泥的平均成本为350元/吨，这一调整为工程节约了水泥成本约9.06元/m³。外加剂用量从每立方米4.27kg降低到3.98kg，考虑到外加剂成本为2500元/吨，这一调整节约了0.72元/m³。综合考虑后，每立方米混凝土成本净节约约14.4元。在总计约9500m³的混凝土用量上，这一优化策略为整个项目节约了约92958元。此外，优化后的混凝土由于其提高的工作性，减少了施工过程中的用工和时间成本。更流动的混凝土减少了泵送和振捣所需的劳力，通过优化混凝土配比，施工效率提高5%，按照平均每天施工成本为10000元计算，每天可节省500元。考虑到整个工程的施工周期约为120天，总共可以节约成本约60000元。因此，从材料成本和施工效率两方面来看，配合比的优化显著提升了经济效益，不仅降低了建筑成本，还提高了施工效率，为建筑项目的成本管理提供了帮助。

结束语：

综上所述，本文通过对某建筑中混凝土配合比的设计与优化分析，明确了配合比设计的重要性和影响因素。我们也应关注混凝土技术的发展，如自密实混凝土和喷射混凝土等，它们为建筑工程的质量提升提供了新的可能性。未来，我们仍需不断探索和创新，进一步发展和完善混凝土施工技术，以适应建筑行业的不断发展和变化。

参考文献：

- [1] 赖仁敬. 建筑工程混凝土施工技术研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024, (21): 128-130.
- [2] 秦亚楠. 沥青混凝土心墙土石坝最优配比研究[J]. 陕西水利, 2024, (07): 184-186.
- [3] 吴倩文, 张翼. 预制防撞墙后浇带超高性能混凝土配比研究[J]. 城市道桥与防洪, 2024, (07): 249-253+28.
- [4] 王坤. 建筑工程混凝土施工技术分析[J]. 中华建设, 2024, (07): 128-130.
- [5] 刘万涛. 建筑工程水泥混凝土配合比设计及优化[J]. 全面腐蚀控制, 2024, 38(05): 111-114+126.