

建筑施工中高强度混凝土施工技术与质量控制措施研究

●石念村



[摘要] 高强度混凝土在高层建筑、桥梁、地下结构等领域的广泛应用已成为提升工程质量和安全性的重要手段。如何有效控制施工过程中的技术环节,确保混凝土的质量,已成为行业亟待解决的关键问题。本研究系统探讨了高强度混凝土施工中的技术要点及施工前、施工中、施工后的各个环节的质量管理要求,并介绍了常用的质量检测与控制技术。本研究成果不仅为当前高强度混凝土施工中的技术问题提供解决方案,也为未来建筑工程质量管理体系的优化和创新提供了理论支持和实践指导。

[关键词] 建筑施工;高强度混凝土;施工技术;质量控制措施

研究高强度混凝土的施工技术,能够为工程技术人员提供系统的施工指导和技术支持,帮助他们应对施工过程中的各种技术难题。强化质量控制措施,能够确保施工人员在每一个施工环节都严格按照标准操作,最大限度地提高施工质量,从源头上减少质量隐患和事故的发生。同时,研究高强度混凝土的施工技术对推动建筑工程施工技术的创新、提升建筑行业整体质量管理水平、保障建筑安全具有重要作用。

Q 高强度混凝土施工技术

(一)高强度混凝土的材料选择与配合比设计

水泥是高强度混凝土的主要胶结材料,其质量和类型直接影响混凝土的强度和耐久性。

高强度水泥具有较高的早期强度,适用于要求较高抗压强度的混凝土。低热水泥适用于大体积混凝土施工,能够有效减少水泥水化热,避免温差引发的裂缝。骨料不仅影响混凝土的强度,还影响其工作性、耐久性及成本,高强度混凝土要求骨料的颗粒坚硬、耐磨,且具有良好的级配,以提高混凝土的密实度和抗压强度。

外加剂的添加是提高高强度混凝土性能的关键手段。减水剂能够减少水的用量,提高水胶比,从而提高混凝土的强度。早强剂,有助于高强度混凝土在早期达到较高强度,适用于需要快速拆模或早期施工的项目。引气剂的作用是为混凝土引入一定量的微小气泡,从而增强其抗冻性能和抗渗性。

高强度混凝土通常采用较低的水胶比(0.25~0.35),低水胶比能够减少混凝土中的孔隙率,增加密实性,提高强度。合理选择外加剂如高效减水剂可以在降低水胶比的同时,确保混凝土具有较好的施工性能。通过优化骨料的级配,可以使骨料之间的空隙最小化,减少水泥浆的用量,从而降低混凝土的水胶比,并提高混凝土的强度。合理的骨料级配能够减少混凝土的空隙率,增加密实性。通过选用不同粒径的骨料,使其均匀填充混凝土中的空隙,从而提高混凝土的密实度。

通过合理使用减水剂、缓凝剂、早强剂等,可以改善混凝土的工作性、提高其早期强度并减少水泥的使用量。矿物掺合料,如硅灰和粉煤灰,能够在改善混凝土工作性的同时,提高其抗渗性和耐久性。硅灰能明显提高混凝土的后期强度,并改善其密实性,适合用于高强度混凝土的配合比设计。

(二)混凝土搅拌技术

高强度混凝土中由于掺入矿物掺合料及高效减水剂等,搅拌时应先将水泥、骨料、部分外加剂等初步搅拌,确保其基本均匀后再加入剩余的水和减水剂进行进一步搅拌,以确保混凝土均匀性。高强度混凝土由于水胶比较低,搅拌过程中水分较少,因此,搅拌时间应比较短,避免水泥过早水化而影响混凝土的工作性。为了避免高强度混凝土在搅拌过程中温度升高导致不均匀水化,搅拌过程中应对原料进行温度控制。

例如,水泥、骨料的温度应保持在较低温度范围。尤

其是在夏季高温天气下,需避免由于水泥水化过程产生的过热影响混凝土的质量。同时,选择合适的搅拌设备是确保高强度混凝土搅拌质量的关键。强制式搅拌机是目前高强度混凝土搅拌的主流设备,具有较高的搅拌效率和较好的混合均匀性。强制式搅拌机通过搅拌器叶片的强力作用,有效避免了材料的分层现象,适用于高强度混凝土和其他高性能混凝土的生产。

(三)浇筑与振捣技术

连续浇筑是在不间断的过程中将混凝土均匀地浇入模具或结构中。连续浇筑可确保混凝土之间的接缝最小化,减少冷接缝的产生,有助于提高结构的整体性。通过一次性浇筑避免了混凝土在不同阶段之间的质量差异,确保混凝土性能的均一性。对于要求强度均匀、结构完整性高的工程,连续浇筑有助于减少接缝和裂缝的产生,特别适合于常规的楼板浇筑或长时间不间断的结构。

浇筑过程中应控制浇筑速度,避免过快或过慢,影响混凝土的密实性。分层浇筑是将混凝土分为若干层进行逐层浇筑,常用于高层建筑的结构柱、墙体等部位,尤其是适合应用在较复杂、较狭窄的空间内。每一层混凝土在浇筑完成后要进行及时检查,确保每层的密实性和强度符合要求。针对高层建筑中高空浇筑不便的部位,分层浇筑可以更好地进行控制。每层之间需要严格控制浇筑时间,防止层间形成冷接缝,影响结构的整体性和强度。为了确保每层混凝土能够完全密实,通常建议每层的厚度应控制在30~50厘米以内。

振动棒是最常用的振捣工具,适用于浇筑过程中较小区域的振捣工作,如柱、梁、墙等狭窄部位。振动棒通过机械震动使混凝土产生流动性,排除空气并减少孔隙,帮助混凝土达到高密实度。振动棒利用内部的电机产生振动,推动混凝土颗粒之间相对移动,使气泡排出并促进混凝土内部的密实。振动棒的插入深度应控制适当,避免过度振动导致混凝土水泥浆分离。

同时,振动时间要合理,避免振动时间过长导致混凝土的离析。震动台主要用于大面积、大体积混凝土的施工,适合用在预制构件的振捣或现场浇筑的大面积地面上。震动台通过激发平台的均匀振动,将混凝土内部的气泡和水分排出,确保混凝土均匀密实。震动台通过平台的均匀振动,将混凝土层之间的气泡和水分排出,使混凝土表面平整、密实。

震动台的震动频率和幅度需要根据混凝土的特性进行调整,确保充分振实而不会引起离析。高频振动器通常用于高强度混凝土施工中,尤其是在密实性要求较高的部位,如混凝土的底部、角落等位置,通过高频率的振动,可以提升混凝土的流动性,并有效减少离析。高频振动器需要与施

工人员的经验相结合,避免长时间振动造成混凝土分离。

(四)混凝土养护技术

湿法养护是最常用的一种养护方式,适用于绝大多数常规混凝土工程,其基本原理是通过保持混凝土表面湿润,确保混凝土内部水分不会过早蒸发,从而促使水泥水化反应充分进行。施工人员可以定期向混凝土表面喷水,使其保持湿润状态。湿法养护适用于表面较大的工程,如道路、地面等。

浸水养护通过将预制构件或混凝土模板浸泡在水中,使他们的水分保持饱和状态,这种方法对于提升混凝土的强度比较有效,尤其适用于预制构件。覆盖湿麻袋养护方法通过将湿麻袋、草帘等材料覆盖在混凝土表面,使其保持湿润,减少水分蒸发。覆盖湿麻袋养护方法常用于户外施工。

膜养护是在混凝土表面涂覆或覆盖一层特殊的薄膜,阻止水分蒸发。这种养护方式一般适用于气候较干燥的地区,或者需要快速养护以提高早期强度的工程。采用专用的养护膜,如膜状养护剂、塑料薄膜等涂覆或覆盖在混凝土表面,可以形成密封的屏障,从而防止水分蒸发。膜养护的养护效果较好,能够有效防止水分蒸发,特别适用于高温、干燥环境。膜养护不需要频繁浇水,减少了人工劳动强度,适用于大型施工项目。

蒸汽养护通过向混凝土提供湿热环境,以加速水泥的水化反应,尤其适用于预制构件和大规模的混凝土工程。该方法通过控制蒸汽温度和湿度,使混凝土在较短时间内达到较高的强度,广泛应用于预应力混凝土、工厂化预制构件等领域。通过将混凝土构件放入专门的蒸汽养护窑中,调节蒸汽的温度和湿度,通常将温度保持在60~80℃。通过蒸汽喷洒系统或蒸汽室,向混凝土表面供给湿蒸汽,保证混凝土表面湿润,并加快水泥水化进程。

Q 高强度混凝土施工中的质量控制措施

(一)施工前的质量控制

水泥进场时应进行严格的质量验收,检查水泥包装是否完好,有无破损,避免水泥受潮。物理化学性能检测包括水泥的标准稠度、初凝与终凝时间、抗压强度等指标的测试,不同类型水泥的性能要求应根据设计要求进行确认。通过筛分试验,可以确认骨料的粒径和级配,确保符合设计要求,避免出现颗粒过大或过小,影响混凝土的均匀性和密实性。

同时,相关人员要检测骨料中是否含有泥土、有机物、杂质等,这些杂质会影响水泥与骨料的结合强度,降低混凝土质量。相关人员要对外加剂的品牌、性能和符合性进行验收,并进行相应的试验,确保外加剂的使用不影响混凝土

的长期性能,外加剂的进场需提供合格证明和相关技术指标。此外,施工单位要确保施工前具备良好的试验室条件,包括设备的精度和维护、试验人员的技术培训等,确保所有材料检测符合规定标准。

设计配合比通常由混凝土供应商根据混凝土设计强度和施工要求来制定,根据试验室测试数据,评估配合比的合理性,确认其能满足强度、耐久性等要求。如果施工人员发现混凝土设计配合比未能完全满足实际施工要求,则需根据施工现场的具体条件如温度、湿度等对配合比进行优化。

在施工前,对混凝土进行现场试配是确保混凝土配合比合理性的重要步骤。试配过程中,施工人员可以通过坍落度、流动度等测试来检查混凝土的工作性,确保其符合现场施工需求。施工人员可以根据试配样本制作试块,进行养护并测试混凝土的抗压强度,确保其达到设计强度要求。此外,施工人员可以对混凝土进行抗冻性、抗渗性、抗化学侵蚀性等耐久性测试,确保其满足长期使用要求。

(二)施工中的质量控制

混凝土在浇筑过程中的温度是影响混凝土强度和耐久性的重要因素。在浇筑过程中,施工人员应实时监测混凝土的温度。混凝土的温度过高会导致混凝土出现裂缝,温度过低则会影响水泥的水化速度,延缓强度发展。

施工人员可通过降低水泥用量、使用低热水泥、延缓浇筑时间等方式控制混凝土温度。尤其在高温或低温环境下,合理的温控措施至关重要。在浇筑过程中,施工人员应特别关注环境湿度以及混凝土表面的湿润程度。过低的湿度会导致水分蒸发过快,导致混凝土开裂。施工人员可以采取湿法养护、使用养护膜、保湿覆盖等措施保持混凝土表面的湿度,确保混凝土的水化过程顺利进行。

混凝土的密实度直接影响其强度和耐久性,浇筑过程中,施工人员必须采取适当的技术和手段来确保混凝土的密实度。浇筑后应进行密实度检测,通过测定混凝土的孔隙率来判断其密实性;通过控制振捣的时间和频率,确保混凝土能够充分密实,避免产生气泡和空洞。

在施工过程中,为了确保混凝土质量符合设计要求,施工单位还需要对施工现场进行实时监测,采用一系列先进的技术手段进行质量控制。无损检测技术可以在不破坏混凝土的前提下,对混凝土质量进行评估,是现代施工质量控制的重要手段之一。

超声波检测可以有效识别混凝土内部的裂缝、空洞等缺陷,评估混凝土的密实度和强度。回弹仪检测通过测量混凝土表面的硬度来评估其强度,是一种便捷、快速的检测方法。核心钻探通过获取混凝土样本,进行抗压强度、密实度、耐久性等详细的实验测试。

相关人员通过钻取混凝土核心样本,可以直接了解混凝土

的内部质量情况,及时发现潜在的质量问题。在关键节点或施工过程中,相关人员应采用核心钻探技术获取混凝土样本,进行实验室分析和评估,以确保混凝土的质量符合要求。现场检测与实时反馈方法通过对施工现场的实时检测,使施工人员可以及时了解混凝土的质量状况,并根据反馈信息进行调整,避免问题的扩展。现场检测设备可以为施工人员提供即时数据,帮助施工人员及时进行必要的调整。

(三)施工后的质量控制

混凝土在硬化后会出现裂缝、强度不足等问题,这些问题需要及时发现并进行修复,以保证建筑结构的稳定性和使用寿命。相关人员可以采用目视检查的方法,观察混凝土表面是否存在裂缝或开裂迹象,评估裂缝的大小、数量和分布。同时,相关人员可以使用裂缝宽度计对裂缝进行精确测量,评估裂缝的影响程度,在重要部位安装应变片和位移计,对裂缝的扩展情况进行监控,及时发现结构变形问题。对于较小的裂缝,可以使用环氧树脂、聚氨酯等材料进行灌浆修复,灌浆后,裂缝部位的强度和密实性可以得到恢复。

对于较大或深度较大的裂缝,可采用碳纤维布进行加固,增强混凝土的结构强度。在严重裂缝或存在空洞的情况下,可以采用水泥浆或特种注浆材料进行填补,以恢复混凝土的结构完整性。

混凝土强度不足通常是由配合比设计不合理、养护不当或原材料问题等原因引起。通过取样测试,可以检测混凝土的实际强度,并与设计强度进行对比,如果发现强度不足,必须对混凝土进行修复。通过超声波检测,可以明确混凝土的内部缺陷,识别因强度不足而导致的结构性问题。如果混凝土的抗压强度不足,可以使用碳纤维材料对结构进行加固,增加其承载能力。

对于表面强度不足的混凝土,可以通过喷涂高强度修补材料进行加固,提高其表面强度和抗渗透性。同时,还可以使用高强度混凝土或外加剂对原有混凝土进行局部加固,提高其整体强度和耐久性。对于长期暴露在水、化学物质等恶劣环境中的混凝土结构,常常需要进行防水与防腐修复。通过涂覆防水涂料,可以增强混凝土表面的防水性能,避免水分渗透。对于暴露在腐蚀性环境中的混凝土结构,可以通过涂覆防腐涂料、使用耐腐蚀材料等方法进行修复,从而延长混凝土结构的使用寿命。

Q 结束语

综上所述,在高强度混凝土施工中,施工技术的优化不仅能够提升混凝土的强度和耐久性,还能提高工程施工的效率,降低返工率与节省维修成本。

此外,质量控制的完善能够明显降低施工过程中因质量

问题带来的风险，确保工程的长期稳定性。未来，通过持续的技术创新与研究，高强度混凝土的应用将更加广泛，施工过程将更加高效、智能。

参考文献

- [1]肖平,史健宇,严云跃,等.超高层建筑高强度混凝土施工及质量管控要点[J].江苏建材,2022(06):39-41.
- [2]汤永刚.高强度混凝土施工及质量管理措施研究[J].居舍,2022(35):169-171.
- [3]孟庆森.高强混凝土施工过程中的质量控制探析[J].江西建

材,2022(04):58-59,62.

[4]刘俊.超高层建筑高强混凝土质量控制[J].建筑与预算,2021(06):53-55.

[5]门晓晖.高强混凝土的应用及质量控制[J].工程建设与设计,2020(04):177-178.

作者简介:

石念村(1996—),男,汉族,山东临沂人,本科,合建嘉城(青岛)装饰工程有限公司,研究方向:建筑工程。