

纤维增强混凝土施工技术 在建筑工程中的应用要点研究

刘春娣

(安徽中陆建设工程有限公司, 安徽 合肥 230051)

摘 要 在建筑工程中, 纤维增强混凝土施工技术的应用具有重要优势, 不仅可以改善混凝土的性能和力学性能, 还能降低建筑施工成本, 有效提高绿色环保效益。基于此, 本文以纤维增强混凝土施工技术在建筑工程中的价值作为切入点, 简要论述纤维增强混凝土的常见类型, 并以 A 建筑工程为例, 分析纤维增强混凝土的配制、纤维增强混凝土的运输、纤维增强混凝土的浇筑、纤维增强混凝土的养护等应用要点, 以期为纤维增强混凝土施工提供参考。

关键词 纤维增强混凝土; 建筑工程; 浇筑施工; 养护

中图分类号: TU755

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.10.019

0 引言

纤维增强混凝土指的是在传统混凝土中掺入钢筋、合成纤维、碳纤维后形成的材料, 不仅可以提高其抗裂性能和韧性, 还能延长其使用寿命, 在建筑工程中具有重要的应用价值。混凝土作为建筑工程中的主要材料, 会因温度变化、施工技术、荷载作用等因素造成裂缝问题, 严重影响建筑工程质量。因此, 施工人员应对纤维增强混凝土施工技术在建筑工程中的应用要点加以探究, 以提高技术应用效果, 满足建筑工程质量要求。

1 纤维增强混凝土施工技术在建筑工程中的价值

1.1 有助于改善混凝土的性能

在建筑工程中应用纤维增强混凝土施工技术具有重要价值, 有助于改善混凝土的性能。在混凝土材料中添加纤维材料能够有效形成支撑网络, 可以避免混凝土材料出现收缩和干缩裂缝问题。当加入 0.5 kg/m^3 的聚丙烯纤维时, 可提高混凝土材料抗裂能力 70%。与此同时, 加入纤维材料还能提高混凝土的韧性与延展性, 可以在地震环境下确保建筑工程的稳定性。除此之外, 加入钢纤维材料能够使混凝土材料的抗冲击强度提高 2~9 倍, 使其抗弯强度提升 50%~100%, 进而有效提升混凝土材料的力学性能^[1]。

1.2 有助于降低建筑施工成本

对建筑工程而言, 纤维增强混凝土施工技术的应用具有重要意义, 有助于降低建筑施工成本。通过使

用纤维增强混凝土能够对早期裂缝加以控制, 无需后续人工修复裂缝, 有效节约后期修复材料成本。纤维材料的添加能够替代次级钢筋, 从而减少钢筋材料的使用量, 降低成本达 30%~50%。使用纤维增强混凝土施工技术还能提高施工效率, 无需进行钢筋绑扎操作, 节省后浇带施工时间, 可提前 3 d 完工, 有效降低建筑工程施工的时间成本, 从而为施工单位带来更大的经济利润空间。

1.3 有助于提高绿色环保效益

在建筑工程施工中, 纤维增强混凝土施工技术的运用有助于提高绿色环保效益。通过对纤维增强混凝土材料的使用能够降低钢筋使用量, 减少对资源的消耗, 降低碳排放量。同时, 利用纤维增强混凝土还能提高建筑物的抗冻、抗渗、抗腐蚀等性能水平, 从而提高建筑工程的耐久性, 将其使用寿命延长至 50~100 年, 避免建筑物重建所造成的资源浪费。此外, 通过对天然纤维材料的使用能够打造绿色可再生的复合材料, 能够降低建筑物全生命周期的碳排放量, 实现绿色施工目标。

2 纤维增强混凝土的常见类型

2.1 碳纤维增强混凝土

碳纤维材料具有密度小、耐腐蚀、耐高温、抗疲劳等特点, 将其加入至混凝土材料中, 可以有效提高混凝土的多方面性能(抗拉强度、抗折强度、韧性、导电性、导热性等), 可用于生产智能混凝土。碳纤

作者简介: 刘春娣(1990-), 女, 本科, 研究方向: 建筑工程。

纤维增强混凝土可应用于桥梁主梁、建筑物核心筒等结构,从而可以为建筑结构提供支撑,有效改善混凝土材料性能,确保建筑结构的稳定性^[2]。

2.2 钢纤维增强混凝土

钢纤维增强混凝土指的是将钢纤维材料加入混凝土中所形成的全新建筑材料,其中,钢纤维是由钢质材料加工所打造的短纤维,其长度在10~60 mm之间,直径在0.3~0.8 mm之间,需要将其长径比把控在25~60。钢纤维材料的添加能够提高混凝土材料的抗拉强度、抗折强度、抗冲击强度、抗裂性以及耐磨性。钢纤维增强混凝土主要应用于对混凝土强度和耐磨性要求较高的建筑工程中,如高速公路路面、建筑结构的补强加固层、桥梁桥面、厂房地面等场景。

2.3 聚丙烯纤维增强混凝土

聚丙烯纤维增强混凝土作为纤维增强混凝土材料中的一种,主要是将聚丙烯纤维与混凝土进行混合配制。聚丙烯纤维属于合成纤维材料,需要经过纺丝、切断、亲水处理等环节进行加工,具有质量轻、耐腐蚀性能好、分散性强等优势,可以与混凝土材料进行有效结合,均匀分散在混凝土中,进而打造三维乱向支撑体系,有效提高混凝土的抗裂与抗渗性能。聚丙烯纤维增强混凝土可应用于屋面防水层、墙体、水箱等结构,有效提高建筑结构的使用寿命。

2.4 玻璃纤维增强混凝土

玻璃纤维增强混凝土指的是将玻璃纤维材料加入混凝土中所形成的建筑材料,玻璃纤维可以分成两种类型,分别是中碱玻璃纤维和耐碱玻璃纤维,能够抵抗碱性入侵,提高混凝土材料的耐腐蚀性能和防火性能。玻璃纤维增强混凝土在建筑工程中的应用范围较广,主要包括内隔墙板、阳台栏板、建筑外立面装饰等非承重和装饰结构。玻璃纤维增强混凝土可以减轻材料自重,避免带来过大荷载压力,是建筑工程中的重要材料。

3 纤维增强混凝土施工技术在建筑工程中的应用要点

3.1 工程概况

A建筑工程为商业与住宅综合体建设项目,该工程占地面积为27万m²,其中包括1栋商业中心楼与5栋住宅楼,商业中心高度为70 m,住宅楼高度为120 m。该建筑工程施工区域地质情况十分特殊,第一层为人工填土,其厚度为2 m,土质较为松散,需要做好加固操作。第二层为粉质黏土,厚度为8 m,其限速为20 kN/m²,

其液速为5 020 kN/m²。当其土壤干燥后,易造成结构开裂问题。第三层为砂层,该层深度为15 m,液态塑性指数为0.3,具有较高的渗透性。基岩处于20 m深度位置处。基于以上分析情况,可运用纤维增强混凝土材料进行施工,有效确保建筑结构的稳定性。

3.2 纤维增强混凝土的配制

在建筑工程开展过程中,纤维增强混凝土的配制环节十分关键,对建筑结构的稳定性起到决定性作用。因该施工区域地质情况较为特殊,可选择P·042.5R型普通硅酸盐水泥作为原材料,可以提高抗侵蚀能力,并在短时间范围内提高混凝土强度。在选择细骨料时,可将河砂作为基本材料,要求其含泥量不超过1%,表观密度为2 650 kg/m³。在选择粗骨料时,可将碎石作为基本材料,要求其粒径控制在5~20 mm,压碎值不超过12%,表观密度为2 700 kg/m³。设计人员可按照《混凝土配合比设计规程》(JGJ 55—2011)要求进行配比设计,要求水泥、河砂、碎石以及水的配比为1:2.2:2.8:0.35。通过对该配合比的设计能够有效提高混凝土的力学性能,其抗压强度与抗折强度分别为45 MPa、6.5 MPa,与传统混凝土材料相比,分别提升了15%与20%^[3]。

在确定配比和参数后,可进行聚丙烯纤维增强混凝土的搅拌工作,施工人员可通过双卧轴强制式混凝土搅拌机进行材料的拌合。在搅拌处理过程中,分别向搅拌机中加入水泥、细骨料、粗骨料等材料,并将搅拌速度设定为320 r/min,搅拌时间为2 min,使水泥材料与粗细骨料之间进行充分混合。在此基础上,加入适量的聚丙烯纤维材料,并将搅拌速度设定为600 r/min,搅拌时间设定为1 min,使聚丙烯纤维与混凝土材料混合均匀。施工人员可向搅拌机中加入水,再次搅拌3~4 min,并将搅拌速度设置为1 000 r/min,确保混合均匀。在聚丙烯纤维增强混凝土配制结束后,施工人员可运用超声波检测技术与显微扫描电镜分析技术对其分散效果加以检测,要求不低于90%,且无纤维团聚现象,即为合格^[4]。

3.3 纤维增强混凝土的运输

在对聚丙烯纤维增强混凝土材料进行运输时,应对其进行质量把控,以免影响材料质量。其一,合理选择运输设备。管理者应使用混凝土搅拌运输车进行材料的运输,提前对车厢中的杂质进行清理,并确保车厢容量与搅拌设备容量相匹配,一般为12 m³。同时,要求车厢容量与浇筑速度进行匹配,从而为连续浇筑施工奠定基础。其二,运输速度与时间的控制。在运输途中,应将车辆的行驶速度保持在30 km/h范围内,

并禁止出现急刹车行为, 以免造成聚丙烯纤维增强混凝土离析问题。为了能够避免聚丙烯纤维增强混凝土材料质量下降, 应将运输时间进行控制, 在夏季高温天气中, 应保证运输时间控制在 1 h 以内。在冬季寒冷天气中, 须控制运输时间低于 2.5 h, 以免出现坍落度损失过大问题或混凝土凝结成块。此外, 在夏季覆盖篷布, 冬季覆盖保温棉, 以免混凝土材料质量受温度影响。

3.4 纤维增强混凝土的浇筑

在聚丙烯纤维增强混凝土的浇筑过程中, 施工人员应根据相关步骤进行作业。其一, 浇筑前。施工人员应进行模板的搭建, 确保模板表面整洁, 保证拼缝紧密, 避免出现漏浆问题, 并在模板上涂抹油性脱模剂, 要求其涂抹厚度为 0.2 mm, 以免聚丙烯纤维材料附着于模板表面。对墙体与柱子等建筑垂直结构来说, 施工人员可提前进行溜槽的安装, 方便聚丙烯纤维增强混凝土梳理流入模板之中, 以免因落差较大造成离析问题。施工单位可为浇筑施工选择混凝土输送泵, 要求其最大泵送压力为 22 MPa, 水平输送距离为 1 000 m, 垂直输送距离为 300 m, 可以满足 A 建筑工程的浇筑施工要求。此外, 施工人员可在聚丙烯纤维增强混凝土中设置温度传感器和湿度传感器, 以便进行温度和湿度的监测, 确保其在正常范围内, 以免影响浇筑效果; 其二, 浇筑中。在聚丙烯纤维增强混凝土浇筑施工过程中, 施工人员可利用跳仓浇筑法进行作业。施工人员可将施工现场划分为 10 个仓, 确保每一个仓的占地面积为 157 m², 先浇筑 1、3、5、7、9 仓, 当其达到初凝时间后可浇筑 2、4、6、8、10 仓, 采用此种方式进行浇筑施工可以确保温度应力的均匀分布, 避免出现裂缝问题。在完成一个仓的浇筑任务后, 施工人员可对其进行振捣操作。对平面结构而言, 要求振捣频率为 50 Hz, 振动幅度为 1.5 mm, 振动速度为 1 200 次/min, 振动时长为 20~30 s, 当混凝土表面不再出现下沉和冒泡现象, 可完成振捣任务。对竖向结构而言, 要求振捣频率为 50 Hz, 振动幅度为 9 mm, 振动速度为 2 000 次/min, 振动时长为 15~20 s, 并保证插入深度控制在震动棒长度的四分之三范围内, 以免对下层混凝土造成破坏^[5]。

3.5 纤维增强混凝土的养护

在聚丙烯纤维增强混凝土浇筑施工结束后, 为了提高其强度, 养护人员应做好养护工作。养护人员可在聚丙烯纤维增强混凝土表面上覆盖一层聚乙烯膜, 要求其厚度为 2 mm, 能够避免水分快速蒸发, 确保混凝土

内部具有一定的湿度, 可以促进水泥发生水化反应, 便于混凝土强度的提升。对非暴露面区域, 养护人员可定期对其进行喷水处理, 要求每次喷水量为 0.15 L/m³, 每次喷水间隔 4 h, 当养护 7 d 时, 应保证混凝土强度达到设计强度的 70%。在聚丙烯纤维增强混凝土养护过程中, 养护人员应定期对其强度情况进行检测。应抽取 1 组 150 mm×150 mm×150 mm 的试块进行相同条件下养护, 当养护时间达到 28 d 时, 可对试块开展抗压试验操作, 试验结果表明, 聚丙烯纤维增强混凝土的抗压强度为 45 MPa, 抗折强度为 6.5 MPa, 均满足质量要求。为了评估聚丙烯纤维增强混凝土的耐久性, 养护人员可开展氯离子渗透性测试和冻融循环试验, 发现氯离子渗透系数不超过 1 000 μA。当冻融循环次数超过 300 时, 混凝土强度损失率低于 5%, 由此可见, 聚丙烯纤维增强混凝土的耐久性满足设计要求。此外, 通过水压试验发现试块未出现渗水问题, 说明其抗渗性能良好。

4 结束语

纤维增强混凝土施工技术在建筑工程中具有重要的应用意义, 不但可以提高混凝土材料的强度, 还能提升其耐久性, 有效确保建筑物的稳定性。常见的纤维增强混凝土种类十分丰富, 如碳纤维增强混凝土、钢纤维增强混凝土、聚丙烯纤维增强混凝土、玻璃纤维增强混凝土。在实际施工过程中, 施工人员应对建筑工程的基本情况有所了解, 并进行纤维增强混凝土的配制与运输。在做好现场施工准备工作后, 施工人员可通过浇筑、振捣、养护等环节进行施工, 有效提高纤维增强混凝土施工效果。

参考文献:

- [1] 覃柏钧, 蒋寅豪, 梁龙群. 大型地下洞库高延展复合纤维混凝土喷射施工技术探析 [J]. 人民黄河, 2025, 47(S2): 129-131.
- [2] 刘惠龙. 建筑工程碳纤维布加固钢筋混凝土施工技术研究 [J]. 中国建筑金属结构, 2024, 23(09): 91-93.
- [3] 杨立. 波浪形纤维混凝土滑模摊铺施工应用与抗裂测试 [J]. 混凝土, 2024(08): 168-171.
- [4] 张鹏. 公共建筑工程碳纤维布加固混凝土结构施工技术 [J]. 居舍, 2023(20): 65-67.
- [5] 陈越. 纤维混凝土在混凝土面层抗裂施工中的应用: 以陈埭民族中学体育场看台施工为例 [J]. 福建建材, 2020(07): 48-50.