

秸秆纤维复合混凝土力学性能探析

顾丹凤

阿克苏职业技术学院 阿克苏市 843000

摘要: 社会经济快速发展背景下,人们对建筑工程的安全性要求越来越高,建筑材料作为其中的重要影响因素之一,备受各界关注。秸秆纤维复合混凝土属于一种新型的绿色建筑材料,加强其力学性能研究,不仅能促进该材料应用的抗压、抗折和抗拉强度,提升建筑工程整体质量,还将促进建筑领域的技术创新和产业升级。本文就以秸秆纤维复合混凝土概述为切入点,深入分析秸秆的预处理方式和秸秆纤维对混凝土力学性能的具体影响,并提出提升该材料力学性能的可行性策略,以期对相关研究人员提供借鉴。

关键词: 秸秆纤维;混凝土;力学性能

前言

可持续发展理念深入推进趋势下,建筑领域对节能环保型材料的需求日益增加。秸秆属于一种农业废弃物,具有可再生、来源广、可降解等特征,将其与混凝土材料结合应用,是践行可持续发展战略的重要路径。但就目前其力学性能来看,存在着秸秆纤维分散不均匀、秸秆纤维掺量不合理、材料使用耐久性不足等诸多问题,实际使用质量具有极大的不稳定性。而依据出现的问题,明确研究方向,提升该材料的力学性能,现已成为许多企业的工作重点。

1. 秸秆纤维复合混凝土概述

秸秆纤维复合混凝土属于一种新型的绿色建筑材料,主要由秸秆、水泥、骨料、砂子、水等材料按照一定比例混合而成。其中的秸秆材料主要来自于农业生产,包括小麦秸秆、玉米秸秆等,具有轻质、高强度、耐候性、生物降解性等特点,可有效改善混凝土的内部结构,提高其力学性能和耐久性^[1]。

秸秆纤维复合混凝土材料具有广阔的应用前景,可应用于建筑、道路、桥梁、水利等多个工程领域,具有极大的应用优势。第一,具有良好的保温隔热性能。与普通的墙体材料相比,秸秆纤维复合混凝土材料具有极强的保温性能,能达到普通粘土砖墙体的10倍左右,对于寒冷地区的建筑物而言,能有效防止室内温度过低,从而提高居住者的舒适度。第二,具有环保性和可持续性。环保性属于秸秆纤维混凝土的显著特征,通过利用秸秆纤维这一可再生资源,不仅能积极落实建筑领域相关的环保理念,还能降低长期运输的成本,对于农作物

秸秆丰富的地区更具应用优势,将进一步降低能耗和碳排放,促进社会经济的可持续发展。第三,具备较高的防火性能。采用秸秆纤维混凝土砌块的内部不具备燃烧所需的重要条件,即空气,因此其使用中具有良好的防火性能,可极大程度上提高建筑物的耐久性与安全性。第四,降低了建筑成本。从原材料成本角度看,秸秆纤维来源广泛且获取成本低廉,作为一种可再生资源,其生成周期较短,可有效满足建筑所需;从制备工艺角度看,其不需要复杂的加工设备与加工流程,极大降低了生产过程中所产生的设备和人工成本;而从长远角度出发,该材料具有较强的耐久性和稳定性,后期因墙体开裂、变形等问题而产生的维修成本较低。

2. 秸秆纤维对混凝土力学性能的具体影响

2.1 抗拉强度

秸秆纤维的融入可增强混凝土材料的抗拉强度。当秸秆纤维被掺入混凝土中时,其可在内部形成一种类似于钢筋的网状结构,这种结构对提升分散拉力具有重要作用,下表1为具体的实验数据^[2]。从数据中可以看出,添加秸秆纤维的混凝土材料抗拉强度均高于无秸秆纤维的混凝土材料。

表1 秸秆纤维对混凝土抗拉强度的影响

秸秆纤维的掺量	抗拉强度 (MPa)
无秸秆纤维	2.5
混凝土体积的1%	3.2
混凝土体积的2%	3.8
混凝土体积的3%	3.5

2.2 抗压强度

秸秆纤维掺入量与混凝土抗压强度呈负相关,即秸

秆纤维掺量增加，混凝土的抗压强度会逐渐降低。如果不掺入秸秆纤维的混凝土抗压强度为 A MPa，那么掺入混凝土体积 1% 的秸秆纤维后，混凝土的抗压强度可能降为 $(A-B)$ MPa（其中 B 表示抗压强度降低的幅度）。出现这一变化的主要原因是秸秆中的有机物对水泥的水化作用产生了不停程度的影响，由于秸秆本身具有较强的吸水特性，融合之后将导致水灰比增大，从而降低了混凝土的抗压强度。

2.3 压缩变形能力

首先，掺入秸秆纤维对混凝土的耐久性具有积极影响。混凝土硬化过程中，在水分蒸发和水泥水化作用下，会出现收缩的情况，导致混凝土出现裂缝，而秸秆纤维能有效抑制这种收缩，降低裂缝出现的风险。其次，一定程度上提升了混凝土的延性。秸秆纤维混合混凝土良好的延性，在受到压缩荷载时可充分体现出来，秸秆纤维影响下混凝土在受到外力作用时能吸收更多的能量，达到减缓组织破坏速度的目的。

2.4 保温性能

秸秆纤维复合混凝土的传热系数较小，因此具备良好的保温隔热性能，下表 2 为具体的实验数据。从表中可以看出秸秆掺量逐步增加的情况下，混凝土的传热系数逐渐降低，提示掺入秸秆纤维的混凝土具备更好的保温性能，可有效减缓热量的传递^[3]。

表 2 秸秆纤维复合混凝土传热系数实验数据

秸秆纤维的掺量	传热系数 $[W/(m \cdot K)]$
无秸秆纤维	1.5
混凝土体积的 5%	1.2
混凝土体积的 10%	1.0
混凝土体积的 15%	0.8

3. 秸秆纤维复合混凝土力学性能提升策略

3.1 重视秸秆纤维的预处理环节

秸秆纤维复合混凝土制备过程中，秸秆纤维预处理是一个至关重要的环节，旨在改变纤维的组分结构，提高其在混凝土中的使用性能和利用率，但需注意，秸秆纤维不同的预处理方式对秸秆纤维复合混凝土力学性能具有差异化的影响，在具体选择之前，需要综合考虑具体的应用场景和应用需求，并严格控制预处理的温度、时间、化学试剂浓度等因素，以确保处理效果达到预期。

3.1.1 机械粉碎

机械粉碎是一种最常见的物理处理方法，也是秸秆纤维处理的首要环节，主要是通过切割机、研磨机等特定的机械设备，对秸秆纤维进行破碎和细化处理。在此

过程中，秸秆纤维的长度、直径和形态均会发生显著变化，这种改变能降低秸秆纤维的结晶度，提升其在混凝土中的应用率和转化率，且通过减少秸秆纤维的粒径，能促进其在混凝土中分布均匀，增强其与混凝土的粘结性^[4]。

3.1.2 辐射预处理

辐射预处理的主要目的是破坏纤维原料的内部结构，提升其安全性能与使用性能。通过 γ 射线等高能射线对秸秆纤维原料进行辐射处理，一方面能破坏秸秆纤维的分子结构，降低其结晶度，使纤维变得更加松散，另一方面辐射还有助于引发秸秆纤维内部的化学反应，如氧化、水解等，进一步改变纤维的性质。该处理方法全程无化学污染，对环境较为友好，但对设备和技术的要求较高，需要专业的人员采用专业的设备进行作业。

3.1.3 化学预处理

秸秆纤维化学预处理方法具体指向一种采用酸、碱等化学物质对秸秆纤维进行处理的方法。采用的化学纤维能有效溶解或降解纤维中的木质素、半纤维素等成分，提高其纯度和利用率，直接影响着秸秆纤维复合混凝土的力学性能。在实际采用化学预处理方法过程中，需要选择合适的化学试剂和处理条件，处理后的秸秆纤维还需要进行充分的清洗和干燥，以免残留的化学试剂对其产生过度的损伤，或者引入新的杂质对秸秆纤维复合混凝土的实际使用性能产生不良影响。

3.2 优化秸秆纤维掺量

优化秸秆纤维掺量并不意味着持续增加秸秆纤维，而是遵循适度原则，以混凝土力学性能达到最优状态为宜。如果掺量过少，可能无法有效发挥秸秆纤维的增强作用，反之，可能影响混凝土的实际使用性能，因此，在具体应用过程中，需通过试验确定其最优掺量。同时，还需考虑混凝土结构其他材料对掺量的影响，如水泥、骨料、砂子等。水泥是混凝土中的主要胶凝材料，其与秸秆纤维存在相互作用的关系，水泥的类型、品牌、强度等级等均会对秸秆纤维的最佳掺量产生不同程度的影响，如不同类型的水泥具有不同的水化速率和硬化特性，将影响秸秆纤维与水泥基体的结合程度，而骨料的粗细也将对混凝土的力学性能产生影响，骨料较细可提供更多的界面面积，促进秸秆纤维与基体的结合，反之，则将产生更多的空隙，增加秸秆纤维的掺入量^[5]。

3.3 选择恰当的秸秆纤维类型和长度

第一，选择恰当的秸秆纤维类型。小麦秸秆、玉米秸秆、稻草等不同来源的秸秆纤维化学组成和结构存在差异性，可影响与混凝土基体的融合程度和界面结合强

度,如某些秸秆纤维中含有的木质素和纤维素更多,有助于提高纤维与混凝土的界面结合强度。秸秆纤维的吸水率也是一个重要的考虑因素,如果秸秆纤维的吸水率较高,将导致混凝土中的水分被纤维吸收,影响混凝土的实际硬化和强度,因此,选择低吸水率的秸秆纤维更具优势。第二,选择恰当的秸秆纤维长度。秸秆纤维长度不宜过长,否则将导致秸秆在混凝土中缠结或者形成团块,影响混凝土的均匀性和工作性能,也将一定程度上增加其脆性。长度适中可提高纤维在混凝土中的桥接作用,增强混凝土的抗裂性与延性,整体提升秸秆纤维复合混凝土的力学性能^[6]。

3.4 引入外加剂

外加剂能有效改善混凝土的工作性能,提高强度,增强耐久性,优化纤维与基体之间的界面结合。第一,减水剂。对于秸秆纤维复合混凝土材料,减水剂可降低混凝土的水灰比和孔隙率,提高密实性和强度,促进秸秆纤维更好地分散在混凝土基体中,降低纤维团聚问题出现的风险。第二,引气剂。引气剂可在混凝土中引入微小的气泡,促进该材料的力学性能提升。一方面减少裂缝和破坏问题,寒冷环境中,引气剂引入的气泡可发挥缓冲作用,减少水分结冰时的体积膨胀,保护建筑不被损坏;另一方面增加抗渗性,受到气泡的阻碍,水分难以顺利通过混凝土结构,将有效提升混凝土材料的耐久性。第三,界面剂。秸秆纤维复合混凝土中,界面剂至关重要,主要用于改善秸秆纤维与混凝土基体之间的界面结合性能,增加其粘结力。与此同时,界面剂还可在不同材料之间形成过渡层,避免界面处应力集中。第四,矿物掺合料。矿物掺合料是混凝土中常用的一种外加剂,主要包括硅灰、粉煤灰、矿渣粉等,具有火山灰活性,可与混凝土中的氢氧化钙发生二次反应,生成更加致密的产物。在秸秆纤维复合混凝土材料中,矿物掺合料能填充材料之间的空隙,降低界面缺陷和应力集中的风险,同时,其生成物还可有效增加混凝土的密实性和强度,减少外部环境对该材料结构的侵蚀作用。

3.5 加强混凝土的养护

秸秆纤维与基体的界面结合需要一定的时间,此时加强混凝土养护,将有效提升秸秆纤维复合混凝土的力学性能。首先,混凝土初凝后立即开展养护工作,养护温度控制在15-25℃之间,如果在寒冷环境下,需要

采取有效的保暖措施,避免混凝土受冻。其次,养护期间,需要采用定期浇水、使用湿布覆盖或使用喷雾器等方式,保持混凝土表面湿润,避免混凝土因失水而出现干裂的问题。最后,根据混凝土应用的实际情况和工程要求,适当延长养护的时间,通常情况下,养护时间不应<7d,对于重要工程或者存在特殊要求的混凝土,如需承受高温、低温、化学腐蚀等极端环境或者对地震、风力等自然力承载要求较高时,需要适当延长养护时间,同时避免外力干扰,以免影响其力学性能发展^[7]。

结语

秸秆纤维复合混凝土属于一种新型的绿色建筑材料,现已被广泛应用于建筑工程领域。为有效提升其力学性能,在实际的使用过程中,相关施工单位需依据实际需求和质量要求,提高秸秆纤维预处理环节的重视程度,优化秸秆纤维掺量,选择恰当的秸秆纤维类型和长度,同时注意引入外加剂,并加强对混凝土的养护,以此确保其抗拉强度、抗压强度、压缩变形能力、保温性能等均处于最佳状态,从而保障工程的整体质量。

参考文献

- [1]钱金龙,乔月来,严淳,等.秸秆纤维混凝土的工程性能及其影响因素分析[J].企业科技与发展,2021(2):78-80.
- [2]梁贺,刘辰一,李心涵等.植物纤维增强混凝土研究进展[J].常州工学院学报,2023,36(04):1-5.
- [3]曾哲,刘保华,张文俊等.低掺量油菜秸秆纤维混凝土力学性能试验研究[J].中国农业科技导报,2019,21(06):117-123.
- [4]聂孙建,张效林,丛龙康等.界面改性对麦秸秆纤维/聚乙烯复合材料性能的影响[J].复合材料学报,2018,35(07):1783-1790.
- [5]孙延林.秸秆复合混凝土的特征分析与研究进展[J].广东建材,2023,39(04):18-20.
- [6]苏强,王桦,黄金坤,等.棉花秸秆纤维混凝土力学性能正交试验[J].中国科技论文,2020,15(12):1405-1409.
- [7]石敏任,符韵林.炭化温度对秸秆液化物碳纤维结构与力学性能的影响[J].山东化工,2017,46(17):16-18.