

植物纤维运用于氯氧镁水泥制品的研究进展

喻 涛, 张华刚*, 杨娇娇

(贵州大学 空间结构研究中心, 贵州 贵阳 550025)

摘 要: 氯氧镁水泥由轻烧氧化镁、六水氯化镁溶液等组成, 具有高强、轻质、耐火性好、低导热性、耐磨等优点, 被广泛用于各种氯氧镁水泥制品。我国工农业每年产生大量植物纤维副产品, 但利用率甚低。氯氧镁水泥可与植物纤维结合, 制成生态环保的植物纤维-氯氧镁水泥材料。为促进工农业副产植物纤维在氯氧镁水泥制品中的应用, 国内外学者进行了大量试验研究, 探究了植物纤维种类、形态、掺量等因素对植物纤维-氯氧镁复合材料的力学性能、耐水性等性能的影响。并提出植物纤维-氯氧镁水泥复合材料在未来的发展前景。

关键词: 氯氧镁水泥; 植物纤维; 发展前景

中图分类号: TQ172

文献标识码: A

文章编号: 1006-7973 (2023) 01-0159-02

引言

氯氧镁水泥 1867 年由法国学者 Sorel 发明^[1], 又称 Sorel 水泥, 由轻烧氧化镁和一定浓度的氯化镁溶液拌合而成^[2], 具有高强、凝结时间短、耐磨性优、防火性好、导热系数低等优良性能^[3]。我国工农业每年产生大量植物纤维副产品, 但用于建材类产品的比率甚低。近年来, 氯氧镁水泥逐渐应用于植物纤维复合材料制品, 许多学者也进行了深入的研究。

文中主要针对近年来国内外关于植物纤维-氯氧镁水泥复合材料的研究现状进行概括阐述。

一、植物纤维种类

1. 秸秆

我国农业每年产生巨量秸秆, 2016 年主要农作物秸秆总量为 $9.84 \times 108 \text{ t}$ ^[4]。有效利用秸秆, 对推动我国的环保事业前进具有重大意义。秸秆类氯氧镁水泥制品的相关研究, 可助力秸秆的资源化利用进程。

腾娜^[5]将秸秆氯氧镁水泥复合材料与传统材料进行对比, 总结出秸秆氯氧镁水泥具有质轻高强, 方便安装, 材料来源广泛等优势, 具有较好的推广前景; 曹旭辉^[6]发现, 水稻秸秆的掺入使氯氧镁水泥的脆性得到了很大的改善, 并降低了镁水泥的干燥收缩率; 王付根^[7]将小麦和玉米秸秆分别掺入氯氧镁水泥砂浆, 加压制成秸秆氯氧镁水泥复合材料, 通过探究二者力学性能, 发现复合材配合比相同时, 秸秆种类对秸秆复合材抗压强度的影响差别不大; 玉米秸秆表面存在蜡质层, 氯氧镁水泥浆体很难在玉米秸秆外表面润湿、扩散和渗透, 从而影响制品强度^[8], 王建恒^[9]为改善玉米秸秆外表皮与氯氧镁水泥的粘结强度, 对玉米秸秆进行预处理, 试验结果发现, 对玉米秸秆氯氧镁水泥复合材料强度的提高程度的顺序为 EVA 乳液处理 > 碱液处理 > 浸水处理 > 未处理 > 水玻璃处理。

氯氧镁水泥较差的耐水性亦传导至秸秆类氯氧镁水泥制品上。近年来, 旨在改善秸秆类氯氧镁水泥制品的耐水性的研究逐渐增加。刘军^[8]发现粉煤灰和脲醛树脂均能增强玉米

秸秆氯氧镁水泥复合材料的耐水性, 改善其力学性能; 毕士琪^[10]通过试验对比发现, 由消泡剂、抗反卤剂与缓凝剂组成的复合改性剂能大大改善秸秆菱镁混凝土的耐水性能。

在秸秆类氯氧镁水泥制品的建筑应用研究方面, 许多学者进行了有深度的探索。江嘉运^[11]制成轻质空心条板, 并采用复合改性剂解决了耐水性差的问题; 谷毅^[12]通过试验配置适合的配合比, 研发出价格低廉、力学性能优良、保温隔热性能佳、适合于村镇的节能型墙体材料。

2. 木屑

我国木材工业规模巨大, 木材剩余物总量亦惊人。木屑运用于氯氧镁水泥品的研究也逐年增多。

黄皓哲^[13]分别掺入杉木、杨木、马尾松等木种的木粉, 探究木粉种类对氯氧镁水泥水化放热特性的影响, 结果表明, 杉木和马尾松木粉的掺入, 缩短诱导期持续时间, 提高了水化放热速率, 使放热峰的出现提前, 杨木粉的掺入对诱导期持续时间和放热峰的出现无明显影响; 郭德禹^[14]发现, 随着木粉粒径的增大, 木粉氯氧镁水泥复合材料的抗压强度虽下降但不明显, 然而抗折强度却显著增大; 梅佳^[15]探究了不同外加剂对木粉氯氧镁水泥混合物水化放热特性的影响, 结果表明, 氧化钙和硫酸铝具有促凝效果, 甲酸钙和硫酸锌具有缓凝效果, 四种外加剂对试样抗折及抗压强度的影响不明显, 可作为促凝剂或缓凝剂使用。

3. 竹屑

除木屑外, 竹屑近年来也逐渐运用至该领域, 相关研究亦逐渐增加。

梅佳^[16]以毛竹的竹青、竹肉、竹黄、竹节为竹粉原料, 探究了竹粉氯氧镁水泥复合材 24h 内水化历程和水化放热特性, 并且测试了复合材的抗折抗压强度, 结果表明, 竹节、竹青、竹肉、竹黄和混合粉的掺入, 均延长了诱导期持续时间, 掺入竹节、竹肉、竹黄和混合粉的试样 24h 累计水化放热总量比纯氯氧镁水泥低, 掺入竹青粉的试样 24h 累计水化放热总量

收稿日期: 2022-08-26

作者简介: 喻 涛 (1995-), 男, 贵州大学空间结构研究中心, 研究生。

比纯氯氧镁水泥高; 掺入不同竹粉的材料抗折和抗压强度与纯氯氧镁水泥相比都有所提高。杨少婷^[17]以竹丝为原料, 探究了竹复合氯氧镁水泥试件与未复合试件的力学性能对比及不同改性剂对竹复合氯氧镁水泥抗折强度增强效果, 结果表明, 当掺量达到 12.5%, 复合抗折强度为 34.12MPa, 是未复合试件的 292.1%, 不同改性剂对竹复合氯氧镁水泥抗折强度增强效果排序为碱液> 未改性> 复合改性> 偶联剂。

二、植物纤维形态

曹旭辉^[6]研究了稻草纤维的粒径对氯氧镁水泥抗压强度、抗弯强度以及干燥收缩性的影响, 结果表明, 试验选定范围内, 随着纤维长度增加, 镁水泥抗压强度逐渐降低, 抗弯强度虽略有降低, 但韧性逐渐转好, 干燥收缩率则逐渐增大; 腾娜^[5]选定秸秆粉、3-5mm、5-8mm 秸秆来探究秸秆形态对复合材料各项性能的影响, 结果表明, 3-5mm 秸秆抗折强度最优, 掺秸秆粉试件耐水性能最佳、含水率亦最低; 王健^[18]通过试验发现, 秸秆尺寸很大程度上影响了秸秆分散性和秸秆/MOC 复合材料试样性能。随着秸秆尺寸的减小, 秸秆分散性、秸秆/MOC 复合材料试样微观结构变好, 力学强度、韧性和抗裂性显著提高, 而吸水性略有上升。

三、植物纤维掺量

王建恒^[19]掺入玉米秸秆制备玉米秸秆镁水泥基复合保温材料, 随着玉米秸秆掺量的增加, 其抗折、抗压强度降低、耐水性变差, 导热系数及密度也随之减小; 王付根^[7]采用加压锁模工艺, 制成秸秆-氯氧镁水泥复合材料, 通过试验发现, 当压制复合材密度较低时, 材料抗压强度随秸秆掺量增加而波动增长, 复合材密度较大时, 抗压强度将随秸秆掺量增加而下降; 腾娜^[5]发现, 随着秸秆掺量的增加, 复合材的抗压强度逐渐降低, 抗折强度则先增长后降低; 杨少婷^[17]将竹丝掺入氯氧镁水泥, 发现当竹丝掺量超过 1%时, 竹丝复合氯氧镁水泥的抗折强度与竹掺量正相关, 当掺量达到 12.5%, 复合材料抗折强度为 34.12 MPa, 是未复合试件的 292.1%; 盛浩探究了木粉掺量对发泡氯氧镁水泥性能的影响, 结果表明, 随木粉掺量增加, 发泡水泥抗压强度整体先提高后降低, 泡孔孔径减小、数目增加, 导热系数降低。

四、结论与展望

植物纤维-氯氧镁水泥复合材料作为一种新兴材料, 相较于纯氯氧镁水泥而言, 可有效改善其脆性较大、水化速率较低等问题; 与传统建筑材料相比, 其可充分利用农林业副产物, 实现环保与效益的统一。文中从有效利用农林业植物纤维的角度出发, 并基于已有研究成果, 对植物纤维氯氧镁水泥制品的发展前景提出以下几点展望: (1) 建立秸秆及竹木副产物回收及分类加工体系, 化废物为资源; (2) 深入研究植物纤维氯氧镁水泥制品的微观机理及协同工作机制, 选出使植物纤维分布更均匀的工艺, 为植物纤维在氯氧镁水泥体系的成熟应用奠定基础; (3) 植物纤维氯氧镁水泥复合材料应用于结构或构件的研究相对匮乏, 应就此方向多开展相应的应用研究。

参考文献

- [1] SOREL S. On a New Magnesium Cement[J]. C R Acad Sci., 1867, 65, 102-104.
- [2] 宁亚瑜, 张冷庆, 丁向群. 基于正交优化设计研究氯氧镁水泥强度的影响因素[J]. 硅酸盐通报, 2016, 35 (7): 2089-2093.
- [3] 涂平涛. 氯氧镁材料技术与应用[M]. 1版. 北京: 化学工业出版社, 2009.
- [4] 石祖梁, 王飞, 王久臣等. 我国农作物秸秆资源利用特征、技术模式及发展建议[J]. 中国农业科技导报, 2019, 21 (5): 8-16.
- [5] 腾娜. 秸秆-氯氧镁水泥复合材料物理及力学性能的研究[D]. 沈阳: 沈阳建筑大学, 2020.
- [6] 曹旭辉, 朱祥, 钟春伟等. 稻草纤维/镁水泥复合材料的性能研究[J]. 混凝土, 2010, (05): 61-63.
- [7] 王付根, 徐学东, 周宝木等. 秸秆-氯氧镁水泥复合材料制备研究[J]. 建筑材料学报, 2019, 22 (01): 135-141.
- [8] 刘军, 马欣, 李瑶. 外掺料对秸秆水泥基复合材料性能的影响[J]. 辽宁工程技术大学学报(自然科学版), 2010, 29 (02): 293-295.
- [9] 王建恒, 刘彤, 张鹏宇等. 预处理及稳定剂对玉米秸秆氯氧镁水泥复合材料性能影响[J]. 天津建设科技, 2019, 29 (01): 47-50.
- [10] 毕士琪. 秸秆菱镁混凝土耐水性能试验研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2017.
- [11] 江嘉运, 肖力光. 用氯氧镁水泥和秸秆生产轻质空心条板[J]. 混凝土与水泥制品, 2004, (3): 51-54.
- [12] 亢毅. 利用秸秆资源开发农村建筑墙体材料制品的研究[D]. 兰州: 兰州理工大学, 2014.
- [13] 黄皓哲, 马灵飞. 不同木粉对氯氧镁水泥水化放热特性的影响[J]. 木材加工机械, 2010, 21 (5): 18-21+28.
- [14] 郭德禹, 薛伟. 木粉填充改性氯氧镁水泥的研究[J]. 山西建筑, 2015, 41 (12): 102-103.
- [15] 梅佳, 聂玉静, 何理辉等. 外加剂对木粉氯氧镁水泥混合物水化特性及抗折抗压强度的影响[J]. 木材加工机械, 2013, 24 (3): 26-29.
- [16] 梅佳, 聂玉静, 何理辉等. 竹粉氯氧镁水泥混合物的水化特性及抗折抗压强度的研究[J]. 竹子研究汇刊, 2013, 32 (2): 26-31.
- [17] 杨少婷, 荆琪宇, 李晶等. 竹复合氯氧镁水泥制备与改性机理研究[J]. 硅酸盐通报, 2019, 38 (11): 3587-3591.
- [18] 王健, 肖俊华, 左迎峰等. 秸秆/氯氧镁水泥无机轻质复合材料制备与性能[J]. 复合材料学报, 2018, 35 (11): 3162-3171.
- [19] 王建恒, 田英良, 徐长伟等. 玉米秸秆掺量对氯氧镁水泥复合保温材料性能的影响[J]. 新型建筑材料, 2016, 43 (5): 87-90.
- [20] 盛浩. 木质原料填充发泡氯氧镁水泥的研究[D]. 杭州: 浙江农林大学, 2020.