工程与管理科学
Engineering and Management Science
第 6 卷◆第 12 期◆版本 1.0◆2024 年
文章类型：论文|刊号（ISSN）：2705-0637(P) / 2705-0645(O)

不同纤维掺量对再生干混砂浆工作性能的影响

卢俊良　陆家杞　谢定章
广西农业职业技术大学　广西南宁　530007
DOI：10.12238/ems.v6i12.10885

[摘　要] 为了研究纤维种类及掺量对再生干混砂浆性能的影响规律，本文以玻璃纤维、玄武岩纤维、聚丙烯纤维的掺量为变化参数制作了 19 组试件，研究不同纤维掺量对再生干混砂浆工作性能的影响。试验表明，不同纤维对砂浆工作性能影响程度不同；玄武岩纤维掺量对砂浆稠度的影响最为明显，聚丙烯纤维掺量为 0.2%时砂浆的稠度最大；玻璃纤维在低掺量时保水性能较稳定，但随着掺量增加，保水性能下降较快。玄武岩纤维在整个掺量范围内保水性能稳定，且在高掺量时仍保持较高水平。聚丙烯纤维的保水性能在中等掺量范围内有所提升，但在高掺量时下降明显。玄武岩纤维掺率对砂浆的表观密度影响为随着掺率的提升而总体提高，聚丙烯纤维和玻璃纤维对砂浆的表观密度的影响为随着掺率的提升而总体下降。
[关键词] 再生干混砂浆；纤维；不同掺量；工作性能

Effect of Different Fiber Content on the Workability of Recycled Dry Mixed Mortar

Lu Junliang, Lu Jiaqi, Xie Dingzhang
Guangxi Vocational University of Agriculture, Nanning, China　530007

[Abstract] In order to study the influence of fiber types and dosages on the performance of recycled dry mixed mortar,this paper made 19 sets of specimens with varying dosages of glass fiber, basalt fiber, and polypropylene fiber as parameters to investigate the effect of different fiber dosages on the workability of recycled dry mixed mortar. Experiments have shown that different fibers have varying degrees of impact on the workability of mortar; The effect of basalt fiber content on mortar consistency is most significant, and the maximum consistency of mortar is achieved when the polypropylene fiber content is 0.2%; The water retention performance of glass fiber is relatively stable at low dosages, but it decreases rapidly with increasing dosages. Basalt fiber maintains stable water retention performance throughout the entire dosage range and maintains a high level even at high dosages. The water retention performance of polypropylene fibers is improved within the moderate dosage range,but decreases significantly at high dosages. The influence of basalt fiber content on the apparent density of mortar increases overall with the increase of content, while the influence of polypropylene fiber and glass fiber on the apparent density of mortar decreases overall with the increase of content.
[Keywords] recycled dry mixed mortar; fiber; different dosages; workability

引言

再生砂浆是一种使用建筑废料重新制备的砂浆，这种材料主要应对建筑材料中砂、石等自然资源的大量消耗，尤其是河砂资源的严重枯竭，以及建筑废料包围城市形势日益严重的问题[1]。我国提出可持续发展的理念，“再生砂”开始逐渐得到应用。通过将建筑废料转化为再生骨料，可以制成再生砂浆，实现资源再利用和环保目标[2-3]。然而，再生砂浆在实际应用中也存在一些技术挑战，如再生骨料吸水率大，导致再生砂浆流动性经时损失快、施工困难、干缩严重、抹灰易开裂、拉伸粘结强度低等问题。但是纤维增强的技术对再生砂浆有了极大的帮助，增强再生砂浆的抗裂性能、调节再生砂浆流动性能[4-5]，总的来说纤维增强技术在再生砂浆中的应用，可以显著提升其物理性能和耐久性，使其在建筑工程中具有更广泛的应用潜力。本文将再生砂应用到干混砂浆中，

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.

研究在不同种类纤维掺量下配制的再生干混砂浆的工作性能，得到应用该类砂浆的纤维掺量，以提高再生干混砂浆的使用率，达到实现建筑垃圾回收利用、降低成本、环保的目的。

1 试验设计

1.1 原材料

试验原材料选用海螺牌 P·O 32.5 普通硅酸盐水泥，表观密度为 3100kg/m^3；拌合水取自市政供应的自来水；粉煤灰为Ⅱ级粉煤灰，表观密度为 2550 kg/m^3，细度为 16%，烧失量为 2.8%（质量分数）；再生细骨料采用石灰岩人工破碎砂，细度模数为 2.68，级配范围为Ⅱ区。减水剂采用某公司生产的聚羧酸减水剂，减水率≥30%、增稠剂采用某公司生产的 4 万黏度工业级纤维素增稠剂保水粉；选用玄武岩纤维、聚丙烯纤维、玻璃纤维作为增强纤维，纤维的主要参数见表 1 所示。

表 1　纤维主要参数

纤维名称	长度/mm	直径/μm	密度/（g cm^{-3}）	抗拉强度/MPa	弹性模量/MPa	极限伸长率/%
玄武岩纤维	12	17	2.65	1050	7600	3
聚丙烯纤维	12	32.7	0.91	469	4236	28.4
玻璃纤维	12	17.4	2.699	2000	8500	2.5

1.2 再生砂浆配合比设计

根据《砌筑砂浆配合比设计规程》（JGJ/T 98-2010），配合比设计需满足砌筑砂浆的稠度介于 70mm~80mm 之间的要求。通过试配确定试验采用配合比为：每立方砂浆的水泥为 272.73kg，再生细骨料为 1640kg，粉煤灰掺量为 68.18kg，水胶比为 0.67，减水剂掺量为胶凝材料质量的 0.1%，增稠剂掺量为胶凝材料质量的 0.08%。分别添加玄武岩纤维（试件编号 B）、聚丙烯纤维（试件编号 P）和玻璃纤维（试件编号 G），纤维体积掺率为 0.05%、0.10%、0.15%、0.20%、0.25%、0.30%。共制作 18 组砂浆试件和 1 组未掺纤维的对比组。

1.3 试验方法

将无机胶凝材料、再生细骨料、外加剂和相应的纤维干混拌合均匀，再使用水泥胶砂搅拌机进行机械搅拌，加水慢速搅拌 90s，再高速搅拌 90s 后制成再生新拌砂浆，并立即进行砂浆物理性能测试，研究不同种类纤维在不同掺率下对砂浆物理工作性能的影响。新拌再生砂浆的稠度、含水率、保水性和表观密度依据规范《建筑砂浆基本性能试验方法标准》（JGJ/T 70-2009）进行测试。

2 试验结果与分析

2.1 稠度

由图 1 可以看出加入纤维后的砂浆稠度变小，不同的纤维种类其变化略有不同。

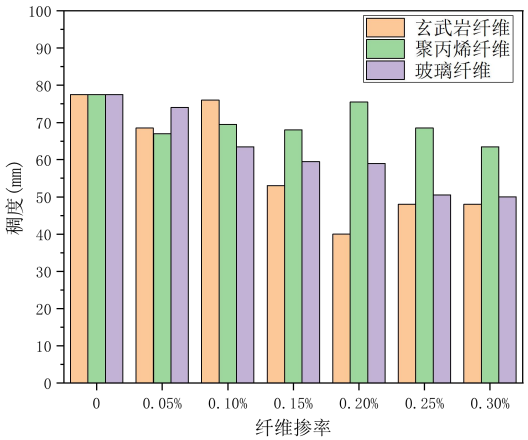

图 1　三种纤维不同掺率下稠度值

掺入玄武岩纤维的再生砂浆，在掺率为 0.1%时稠度有所提高，这可能是因为纤维的加入在一定程度上增强了砂浆的粘聚性和内聚力。但随着纤维添加率的进一步增加（0.1%至 0.2%），砂浆稠度却开始下降。这是由于过多的纤维在砂浆中形成了更多的空隙或网络结构，导致砂浆的流动性变差，进而影响到稠度。再生砂浆稠度随聚丙烯纤维掺率的增加呈现出先增后降的趋势，纤维掺量在 0.2%时稠度达到最大值。说明适量的聚丙烯纤维可以在砂浆中形成更加紧密和有效的网络结构，提高了砂浆的稠度和内聚力。再生砂浆稠度随着玻璃纤维的掺率增加总体呈现减小的趋势。

2.2 含水率

表 2　砂浆含水率（%）

试件编号	含水率	试件编号	含水率	试件编号	含水率
B1	5.48	P1	5.17	G1	6.20
B2	5.68	P2	5.60	G2	5.70
B3	5.75	P3	5.70	G3	5.60
B4	5.46	P4	5.30	G4	5.75
B5	5.37	P5	5.80	G5	5.78
B6	5.77	P6	5.60	G6	5.23

表 2 给出了各砂浆试件的含水率数值。由表可以看出对于玄武岩纤维在低掺率（0.05%）时，含水率为 5.48%，与聚

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.

丙烯纤维相比较高，但又低于玻璃纤维，表明玄武岩纤维在低掺率时对含水率的影响介于玻璃纤维和聚丙烯纤维之间。试验整体呈现了纤维掺量增加可以提高再生砂浆的含水率，但也有小幅度下降的情况出现。玻璃纤维在 0.3%的掺率下对提高砂浆疏水性的效果最为显著。

2.3 保水率

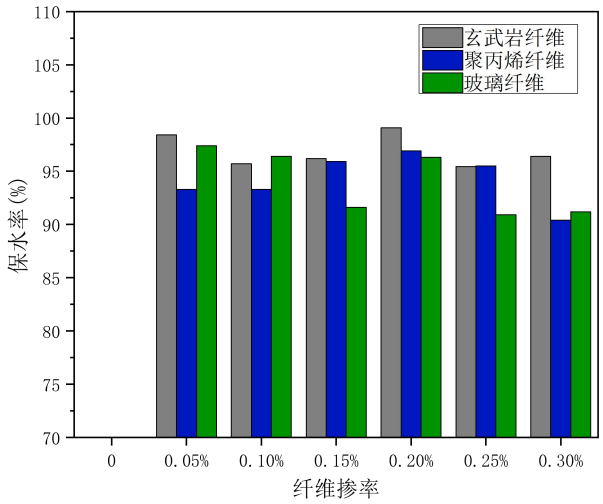

图 2　三种纤维不同掺率下的保水率

综合分析，从图 2 中可以看出，玻璃纤维在低掺量时保水性能较稳定，但随着掺量增加，保水性能下降较快。玄武岩纤维在整个掺量范围内保水性能稳定，且在高掺量时仍保持较高水平。聚丙烯纤维的保水性能在中等掺量范围内有所提升，但在高掺量时下降明显。三种纤维再生砂浆的保水性能都受到纤维掺量的影响，且影响程度不同。在实际应用中，需要根据所需的保水性能和掺量限制来选择合适的纤维类型和掺量。

2.4 表观密度

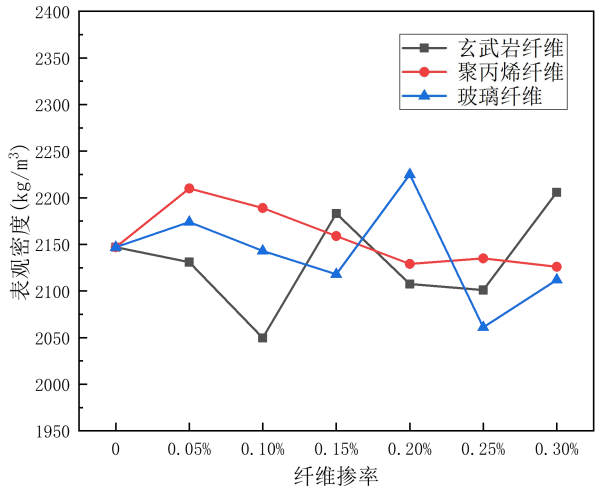

图 3　不同纤维不同掺量的表观密度

由图 3 可以看出，聚丙烯纤维在不同掺量下对砂浆的表观密度影响呈现缓慢下降的趋势。玻璃纤维掺率在 0.15%前砂浆的表观密度逐渐下降，当掺率为 0.2%时，砂浆的表观密度出现较大的离散现象，猛然上升。玄武岩纤维掺率为 0.1%时比 0.05%时砂浆的表观密度有所下降，但当掺率为 0.15%砂浆表观密度会明显上升，继续提升掺率到 0.2%、0.25%时砂浆的表观密度均在下降，当玻璃纤维掺率为 0.3%时，砂浆的表观密度上升达到峰值。聚丙烯纤维和玻璃纤维对砂浆的表观密度的影响为随着掺率的提升而总体下降，玄武岩纤维掺率对砂浆的表观密度影响为随着掺率的提升而提高。

3 结论

（1）玄武岩纤维掺量对砂浆稠度的影响最为明显，玻璃纤维的掺量对砂浆稠度的影响呈现缓慢下降趋势，聚丙烯纤维掺量为 0.2%时砂浆的稠度最大。

（2）三种纤维再生砂浆的含水率差别不大。玄武岩纤维在整个掺量范围内保水性能稳定，且在高掺量时仍保持较高水平。聚丙烯纤维的保水性能在中等掺量范围内有所提升，但在高掺量时下降明显。玻璃纤维在低掺量时保水性能较稳定，但随着掺量增加，保水性能下降较快。

（3）聚丙烯纤维和玻璃纤维对砂浆表观密度的影响为随着掺率的提升而总体下降，玄武岩纤维掺率对砂浆的表观密度影响为随着掺率的提升而提高。

[参考文献]

[1]张一伟，王章琼，石钊，张宝珍.国内外建筑垃圾资源化利用现状及对策分析[J].山西建筑，2022，48（16）：173-176

[2]吴贤国，郭劲松，李惠强，杜婷.建筑废料的再生利用研究[J].建材技术与应用，2004（1）：21-23

[3]李佳彬，肖建庄，孙振平.再生粗骨料特性及其对再生混凝土性能的影响[J].建筑材料学报，2004（4）：390-395.

[4]马国金，郑小秋，郭平，郭秀艳.再生纤维素纤维增强水泥砂浆的早期抗裂和自收缩行为[J].土木与环境工程学报（中英文），2020，42（3）：127-132

[5]温继栋，路永华，曹力强.纤维增强水泥砂浆的性能研究[J].混凝土，2017（9）：130-132.

作者简介：卢俊良（2002-10），男，汉，广西北流，广西农业职业技术大学，在读本科生，研究方向：再生水泥砂浆。

基金项目：广西农业职业技术大学（国家级）大学生创新创业训练计划项目，不同纤维掺量对再生细骨料干混砂浆性能的影响研究（202316205007）

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.