

絮凝剂对混凝土工作性能和力学性能的影响及应对措施研究

罗鑫^{1,2} 吴伟^{1,3} 刘磊^{2,4}

1 石家庄市长安育才建材有限公司

2 河北省建筑化学添加剂产业技术研究院

3 石家庄市建筑功能材料产业技术研究院

4 四川砼道科技有限公司

DOI:10.12238/btr.v7i6.4552

[摘要] 水洗机制砂在生产过程中会导致机制砂中残留一部分絮凝剂,这些机制砂中残留的絮凝剂会导致拌成后的混凝土工作性差、粘度大、流速慢、损失快等问题。本文通过配置不同浓度絮凝剂机制砂拌制C30混凝土配合比,研究机制砂中不同含量的絮凝剂残留对混凝土坍落度、扩展度、倒置塌落度桶排空时间、减水剂掺量、混凝土强度的影响规律。结果表明,机制砂在生产过程中将絮凝剂占砂的质量控制到0.04%以下,并在减水剂中复配抗絮凝剂可以有效减少絮凝剂对混凝土的工作性能和力学性能负面影响。

[关键词] 絮凝剂; 抗絮凝剂; 机制砂; 混凝土工作性能; 强度

中图分类号: TV331 **文献标识码:** A

Study on the Influence of Flocculant on the Working and Mechanical Properties of Concrete and the Countermeasures

Xin Luo^{1,2} Wei Wu^{1,3} Lei Liu^{2,4}

1 Shijiazhuang Chang'an Yucai Building Materials Co., LTD.

2 Hebei Provincial Research Institute of Construction Chemical Additives

3 Shijiazhuang City Research Institute of Construction Functional Materials

4 Sichuan Tongdao Technology Co. LTD.

[Abstract] In the process of production, washing machine sand will cause some residual flocculant in machine sand, and the residual flocculant in machine sand will lead to the problems of poor workability, high viscosity, slow flow rate and fast loss of concrete after mixing. In this paper, the effects of different contents of flocculant residue in the sand on concrete slump, expansion, inverted collapse bucket empty-time, water reducing agent content and concrete strength were studied by setting the mix ratio of C30 concrete mixed with sand with different concentration of flocculant. The results show that the quality of the sand is controlled to less than 0.04%, and the negative effects of the flocculant on the working and mechanical properties of the concrete can be effectively reduced by adding the antiflocculant to the water reducing agent.

[Key words] flocculating agent; anti-flocculation; machine-made sand; working performance of concrete; strength

引言

随着城市化建设进程不断地加快,建设行业得到飞速的发展,对建筑用砂的需求量日益增加,采用机制砂代替天然砂配制混凝土已成为混凝土行业未来发展的一种必然趋势^[1-3]。由于机制砂在生产过程中,产生大量的岩粉,国内常采用水洗的方式来清洗机制砂中含有的岩粉。近年来,因为聚丙烯酰胺絮凝剂具有良好的絮凝沉淀杂质等净化水质的作用,因此被机制砂厂广泛

运用于机制砂水洗工艺中^[4-6]。目前国内大部分机制砂的生产工艺中均使用阴离子型聚丙烯酰胺作为絮凝剂,来对砂子中的漂浮物质和细小颗粒进行絮凝沉淀,但是由于清洗水的循环使用,造成了水洗机制砂中残留一些絮凝剂成分,这些机制砂中残留的絮凝剂,导致拌成后的混凝土工作性差、粘度大、流速慢、损失快等问题^[7-10]。目前针对水洗机制砂中含有絮凝剂的问题,常用的手段就是通过提高外加剂的掺量,掺量的提高会导致混凝

土敏感性增加,增大控楼难度,而且搅拌后的混凝土更加容易发生离析、泌水、包裹性差等问题,同时还会增加生产成本。

本文以1200万分子量阴离子型聚丙烯酰胺作为絮凝剂,研究了絮凝剂对混凝土工作性能和力学性能的影响,并对这些影响采取的应对措施进行了研究,以期能够解决含有絮凝剂机制砂生产出的混凝土所存在的问题。

1 含絮凝剂机制砂混凝土试验

1.1 原材料

(1)水泥:采用西南水泥有限公司出产的P.042.5普通硅酸盐水泥。经检测该水泥的密度是 $3.05\text{g}/\text{cm}^3$,比表面积是 $318\text{m}^2/\text{kg}$,标准稠度用水量是26.7%,初凝时间是205min,终凝时间是274min。(2)粉煤灰:四川德胜集团钒钛有限公司生产的F类II级粉煤灰。(3)细骨料:采用成都市源筑力建材有限公司生产的机制砂,细度模数2.8,石粉含量7%,含泥量小于0.4%。(4)粗骨料:采用成都市源筑力建材有限公司生产的5-25mm碎石,碎石掺配比例为5-10mm:10-16mm:16-25mm=2:5:4。(5)减水剂:采用石家庄市长安育才建材有限公司出产的缓凝型减水剂GK3000,减水率28%,含固量24.5%。(6)水:地下水。(7)絮凝剂:1200万分子量阴离子聚丙烯酰胺(郑州大千环保科技有限公司)、抗絮凝剂GK-SL(石家庄市长安育才建材有限公司)。

1.2 混凝土配合比

依托某工程C30混凝土配合比,如表1所示。

表1 混凝土配合比(kg/m^3)

编号	水泥	粉煤灰	细骨料	粗骨料	减水剂	水
C30	280	120	789	1046	4	165

1.3 试验方案

将絮凝剂按絮凝剂占砂的质量比值的0.00%、0.01%、0.02%、0.03%、0.04%、0.05%、0.06%调配成7个浓度,然后搅拌均匀加入到所选用的机制砂中,将其置于干燥箱中烘干,在其他原材料不状态不变的情况下拌制C30配合比,系统研究分析絮凝剂对混凝土拌合物工作性能和力学性能(7天及28天强度)的影响。

1.4 检测依据

(1)根据《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080—2016进行坍落度、扩展度和坍落度桶倒提试验。(2)根据《普通混凝土物理力学性能试验方法标准》GB/T 50081—2019进行抗压强度测。

2 试验结果与分析

2.1 不同含量絮凝剂对混凝土工作性能的影响

将絮凝剂按絮凝剂占砂的质量比值的0.00%、0.01%、0.02%、0.03%、0.04%、0.05%、0.06%调配成7个浓度,然后搅拌均匀加入到所选用的机制砂中,将其置于干燥箱中烘干,在其他原材料不变的情况下拌制C30配合比,以不掺絮凝剂拌制的混凝土作为基准,然后调整外加剂的使用量,使得掺絮凝剂拌制的混凝土坍

落度达到与基准混凝土相同的坍落度,进而研究分析机制砂中不同含量的絮凝剂残留对混凝土坍落度、扩展度、倒置坍落度桶排空时间、减水剂掺量的变化影响规律,如图1~图4所示。

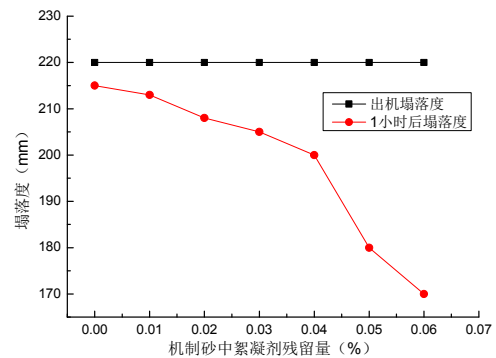


图1 絮凝剂残留量对坍落度的影响

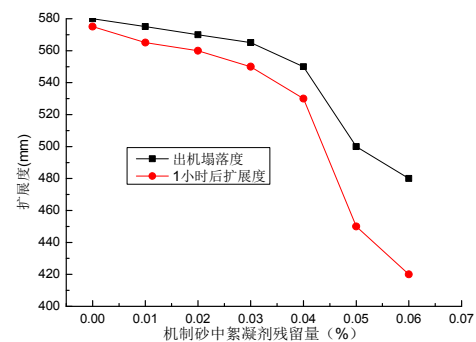


图2 絮凝剂残留量对扩展度的影响

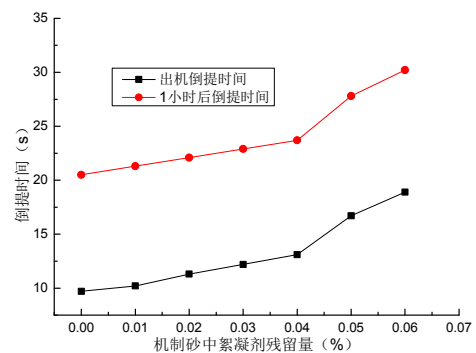


图3 絮凝剂残留量对倒提时间的影响

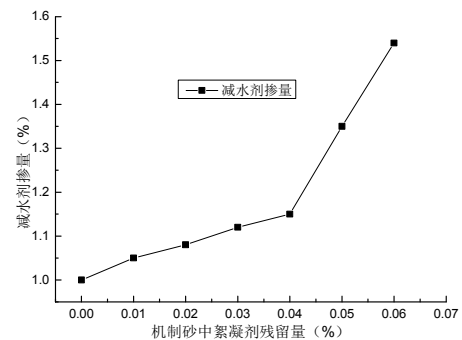


图4 絮凝剂残留量对减水剂掺量的影响

从图1、图2、图3和图4可以看出,当混凝土出机塌落度保持一致时,随着絮凝剂在机制砂中残留量的增加,混凝土的扩展度逐渐减小,塌落度桶倒提排空时间逐渐增加,减水剂的掺量也逐渐的增加,且在絮凝剂占砂的质量比值超过的0.04%时,混凝土的扩展度急剧减小,塌落度桶倒提排空时间急剧增加,减水剂的掺量也急剧增加。从图中还可以看出,机制中加了絮凝剂的混凝土,1个小时的混凝土塌落度损失、扩展度损失和倒提时间明显大于未加絮凝剂的,且1个小时混凝土塌落度损失、扩展度损失和倒提时间随着絮凝剂增加而增加,在絮凝剂占砂的质量比值超过的0.04%时,塌落度和扩展度的损失急剧增加,倒提时间也急剧的增加。从上述的现象可以得出机制砂在生产过程中,尽可能控制絮凝剂占砂的质量不超过0.04%。机制砂中残留的絮凝剂会使混凝土损失加快、粘度增加、倒提时间增加,其主要原因是阴离子聚丙烯酰胺一方面能够附在水泥颗粒表面,覆盖住水泥颗粒表面的电荷,影响减水剂对水泥颗粒表面的吸附作用。另一方面,阴离子聚丙烯酰胺通过吸附水泥浆中悬浮的水泥颗粒,使颗粒之间架桥或通过电荷中和致使水泥颗粒凝聚形成大的絮凝物,从而使水泥浆体变得粘稠,削弱减水剂的分散性。

2.2不同含量絮凝剂对混凝土力学性能的影响

将絮凝剂按絮凝剂占砂的质量比值的0.00%、0.01%、0.02%、0.03%、0.04%、0.05%、0.06%调配成7个浓度,得到的混凝土7天和28天强度的变化规律如图5所示。

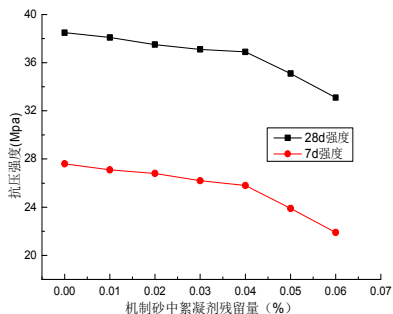


图5 絮凝剂残留量对混凝土强度的影响

从图5可以看出,随着絮凝剂在机制砂中残留量的增加,混凝土的强度逐渐减小,且在絮凝剂占砂的质量比值超过的0.04%时,混凝土的强度急剧的降低。这是因为阴离子聚丙烯酰胺一方面会使水泥颗粒凝聚形成大的絮凝物,使水泥可以无法均匀分布,从而导致水泥的水化不完全。另一方面,阴离子聚丙烯酰胺吸附在水泥颗粒表面后,会在水泥颗粒的表面生成离子键和共价键,影响水泥颗粒的溶解速率和反应产物的形成来影响水化反应,从而导致混凝土的抗压强度降低。

3 抑制机制砂中絮凝剂影响应对措施

目前针对机制砂中絮凝剂的影响有多种处理方式,现就其处理方式进行分析:

(1) 低压汞灯照射。采用将机制砂运输至混凝土搅拌仓内,

在输送过程中设置低压汞灯对传送带上的机制砂进行照射,然后在搅拌仓中加入2%~2.4%掺量的降解型聚羧酸减水剂进行湿拌混匀^[11]。该方法受到传送带速度及传送带上机制砂厚度的影响,无法完全降解机制砂中的絮凝剂,且增加设备成本较高,无法推广应用。(2) 净水机过滤法。利用不含絮凝剂的纯净水对含有絮凝剂的机制砂进行清洗,再利用反渗透絮凝剂膜净化掉水中的絮凝剂^[7]。该方法生产设备成本高,需要冲洗机制砂场地面积大,且对当地环境有一定污染风险,不建议采用。(3) 减水剂中掺入抗絮凝剂。该方法在减水剂生产复配过程中添加胶材用量的0.05%的抑制絮凝剂的抗絮凝剂,加入抗絮凝剂后的混凝土和易性更好流速更快,浆体更加的柔和,且不影响7d和28d的强度^[12]。该方法操作简单,对成本增加不高,可有效抑制机制砂中絮凝剂对混凝土的负面影响。

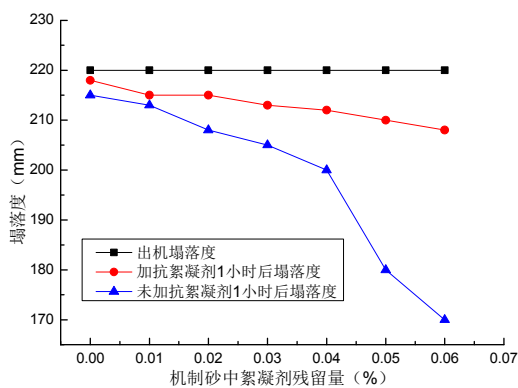


图6 抗絮凝剂对含絮凝剂混凝土塌落度的影响

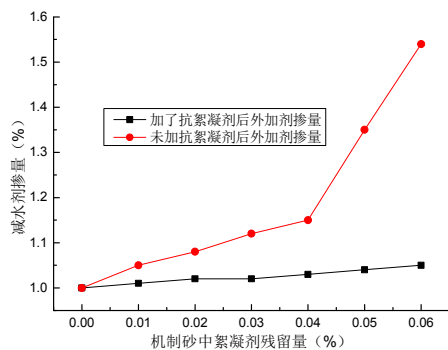


图7 抗絮凝剂对减水剂掺量的影响

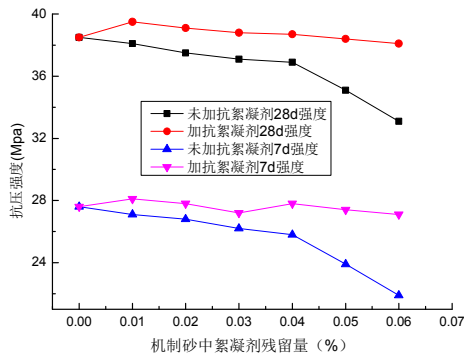


图8 抗絮凝剂对含絮凝剂混凝土强度的影响

为了验证上述第三种方法,我们将抗絮凝剂GK-SL型(购自石家庄市长安育才建材有限公司)复配到减水剂中,每吨外加剂中复配50kg抗絮凝剂GK-SL。在其他原材料不变的情况下拌制C30配合比,测试方法同上述的掺絮凝剂拌制的混凝土试验,进而得到掺入抗絮凝剂后的混凝土塌落度、减水剂掺量以及混凝土强度的影响规律,如图6~图8所示。

从图6可以看出,减水剂中复配加入抗絮凝剂后,可以明显改善絮凝剂对混凝土塌落度的影响,且1个小时后混凝土的损失更小,虽然相对空白组未加絮凝剂的混凝土损失有所增加,但塌落度损失在10mm以内,基本不影响混凝土状态。从图7可以看出,出机塌落度保持一致的条件下,减水剂中复配加入抗絮凝剂后,相对含有的絮凝剂残留混凝土,减水剂掺量得到明显控制,掺量并没有大幅度上升。从图8可以看出,减水剂中复配加入抗絮凝剂后,可以有效抑制絮凝剂对混凝土强度的负面影响,使混凝土强度基本恢复到不含絮凝剂混凝土水平。

4 结论

(1)随着絮凝剂在机制砂中残留量的增加,会导致混凝土的扩展度逐渐减小,塌落度桶倒提排空时间逐渐增加,减水剂的掺量也逐渐的增加,混凝土抗压强度逐渐的降低,且在絮凝剂占砂的质量比值超过的0.04%时,混凝土的扩展度急剧减小,塌落度桶倒提排空时间急剧增加,减水剂的掺量也急剧增加。机制砂在生产过程中,尽可能控制絮凝剂占砂的质量不超过0.04%。(2)目前处理和降解机制砂中絮凝剂的办法有很多,但往往处理工艺技术复杂,成本较高,无法大面积推广应用。在减水剂中复配抗絮凝剂是一种经济、便捷、有效的方式,可以有效减少机制砂中絮凝剂对混凝土塌落度、减水剂掺量和混凝土抗压强度的负面影响。

[参考文献]

- [1]吴广华,张颖.机制砂在混凝土中推广应用的措施研究[J].西部资源,2022,(2):180-182.
- [2]檀军锋.絮凝剂对凝灰岩机制砂混凝土性能的影响试验研究[J].铁道建筑技术,2023(7):1-4.
- [3]方剑.机制砂混凝土的特性及研究进展[J].安徽建筑,2021,(10):119-121.
- [4]孟庆超,毛永琳,张建纲,等.循环水洗机制砂残留絮凝剂对混凝土性能的影响[J].新型建筑材料,2022,49(10):65-68.
- [5]张永安.含絮凝剂水洗砂对混凝土性能的影响分析[J].中国新技术新产品,2022(1):88-91.
- [6]肖成虎.循环水洗机制砂残留絮凝剂对混凝土性能影响[J].石材,2023(4):139-141.
- [7]王进文,李振宝.关于机制砂絮凝剂残留值对混凝土性能影响以及其测定和处置方法的研究[J].混凝土,2023(4):183-186.
- [8]黄福仁,张金龙.机制砂中絮凝剂含量波动对混凝土性能的影响研究[J].广州建筑,2024,52(6):60-63.
- [9]吴从亮,高燕.砂中絮凝剂含量检测及其对混凝土性能的影响[J].试验研究,2024(184):33-39.
- [10]尹键丽.水洗机制砂中絮凝剂对混凝土性能的影响研究[J].试验研究,2023(164):14-18.
- [11]王国锋,张华,郑保春,等.一种拌制混凝土中水洗机制砂残留絮凝剂的降解方法:202110757414.9[P].2023-07-05.
- [12]罗鑫,黄玉美,檀军锋,等.一种抑制机制砂中絮凝剂的外加剂及其制备方法:202311260992.7[P].2023-09-27.

作者简介:

罗鑫(1990—),男,汉族,河南省信阳市人,工学硕士,中级工程师,从事的研究方向或工作领域:建筑材料开发。