

DOI:10.3969/j.issn.1672-1144.2019.03.028

石粉含量对 C30 和 C50 机制砂混凝土性能的影响

孙胜伟

(中铁十八局集团有限公司, 天津 300222)

摘要: 石粉含量的变化对机制砂混凝土强度的影响情况比较复杂,因此通过将石粉含量不同的机制砂掺入 C30 和 C50 混凝土,研究石粉含量对不同强度的混凝土工作性能和力学性能的影响规律。通过上述系统研究得出:机制砂中适量的石粉可以完善机制砂的级配,丰富机制砂中浆体含量,有利于改善机制砂混凝土的工作性能。但对于不同强度等级混凝土而言,机制砂中石粉的最佳含量不同,C30 在 10%~15%左右,C50 在 7%~10%左右。在混凝土中适量的石粉可以起到填充作用,有利于机制砂混凝土强度提高。石粉含量对混凝土耐久性有一定的影响,对 C30 混凝土的耐久性能提高,C50 混凝土的耐久性影响不大。

关键词: 石粉;机制砂;混凝土;工作性能;力学性能;耐久性能

中图分类号: TU34;TQ325

文献标识码: A

文章编号: 1672-1144(2019)03-0160-04

Effects of Stone Powder Content on Properties of C30 and C50 Machine – made Sand Concrete

SUN Shengwei

(China Railway 18th Bureau Group Co., Ltd., Tianjin 300222, China)

Abstract: The influence of stone powder content on the strength of machine-made sand concrete is complex. Therefore, by mixing machine-made sand with different stone powder content into C30 and C50 concrete, the influences of stone powder content on the workability and mechanical properties of concrete with different strength were analyzed. This research focused on the content of machine-made sand stone powder and its influences on the workability and mechanical properties of concrete. Through systematic research it is concluded that appropriate amount of stone powder in manufactured sand can improve its gradation, enrich its slurry content, and is helpful to improve the workability of the manufactured sand concrete. However, the optimum content of stone powder in manufactured sand is different for concrete with different strength grades, which is around 10%~15% in C30 and 7%~10% in C50. The appropriate amount of stone powder in concrete has a filling effect, which is conducive to the improvement of the strength of manufactured sand concrete. The content of stone powder has certain impacts on the durability of manufactured sand concrete, which can improve the durability of C30 concrete and have little impact on the durability of C50 concrete.

Keywords: stone powder; machine-made sand; concrete; workability; mechanical property; durability

近年来,学者们已对石粉含量对机制砂混凝土和易性的影响进行了许多相关研究^[1-5]。研究表明机制砂中石粉含量的增大会导致混凝土的需水量的增加^[6-10]。同时,学者们在石粉含量对机制砂混凝土的抗渗、变形、强度等其他性能的影响方面也有相关研究^[11-15]。因此,对于混凝土工作性能而言,石粉的最佳含量这一问题亟待进一步研究。本文将重

点对机制砂石粉含量及对混凝土工作性能和力学性能的影响规律展开系统研究。

1 石粉含量对混凝土坍落度与扩展度的影响

采用 C30 和 C50 机制砂混凝土分别作为普通混凝土和高强混凝土来研究石粉含量对这两类混凝土

性能的影响进行研究,C30 机制砂混凝土水灰比为 0.42,砂率为 42%,C50 机制砂混凝土水灰比为 0.35,砂率为 41%,不添加粉煤灰。

试验结果表明:机制砂混凝土的扩展度随石粉含量的增加而减小,坍落度在石粉含量 10%~15% 和 5%~7% 之间时较好。

发生上述现象的原因是,由于混凝土水胶比较大,拌和水量多而胶凝材料较少,多余水不能被颗粒表面特别是胶凝材料表面吸附形成水膜,从而出现析泌水现象。机制砂中石粉主要是小于 0.075 mm 甚至更细的颗粒,其粒径与水泥接近,部分颗粒甚至接近二级粉煤灰的粒径,所以随着机制砂中石粉含量的增加,细颗粒的比例增加,大大提高了细颗粒的比表面积,从而使拌和物的黏聚性和保水性提高,拌和物状态改善;但当石粉含量进一步增加时,细颗粒含量进一步增加,使整体的拌和需水量增加,在用水量一定的情况下,拌和物逐渐变得黏稠。

对于 C50 机制砂混凝土,当石粉含量为 0 时,混凝土坍落度为 160 mm,扩展度只有 320 mm 并且由于水灰比较低,拌和物非常黏稠,流动很慢,不能满足泵送施工要求,这在高强混凝土的生产过程中是经常出现的,不仅影响了施工效率,也使混凝土的施工质量受到影响。但随机制砂中石粉含量的增加,混凝土坍落度和扩展度明显提高且黏聚性良好,拌和物松软、流动变快,坍落度达到 220 mm,扩展度也达到了 550 mm,基本可达自密实混凝土的扩展速度,当石粉含量超过 20% 后,混凝土扩展度有所减小,黏度明显增大。发生此种现象的原因是,水泥水化产生带正电荷的水化铝酸钙和带负电的水化硅酸钙颗粒,这些电荷相反的颗粒很容易产生絮凝,使拌和物丧失流动性,不利施工。而表面致密的石粉颗粒分散在水泥颗粒之间,能起到分散剂的作用,阻止不同电性水泥水化颗粒产生絮凝,增加分散性,这是混凝土坍落度、扩展度以及流动增大的主要原因。

2 石粉含量对混凝土抗压强度影响

混凝土抗压强度是混凝土力学性能基本指标。通过试验分析了机制砂中石粉含量对 C30 和 C50 机制砂混凝土抗压强度的影响,见图 1 和图 2。

从图 1 和图 2 中可以看出:对于石粉含量在 20% 以下的 C30 机制砂混凝土和石粉含量在 15% 以下的 C50 机制砂混凝土,随着石粉含量的增加,机制砂混凝土强度有较小的提高。从对机制砂混凝土抗压强度的影响可以看出,C30 和 C50 机制砂混凝土

的最佳石粉含量分别约为 15% 和 10%。这表明对机制砂混凝土强度而言,也存在最佳的石粉含量,不同的机制砂混凝土强度等级对应了不同的机制砂石粉含量。

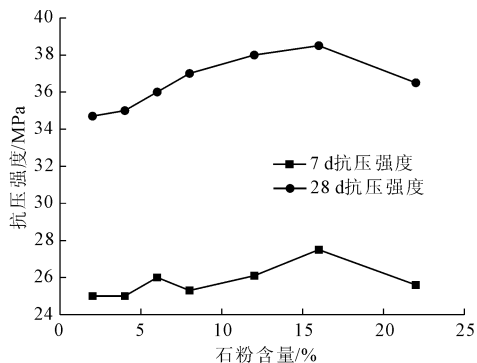


图 1 C30 机制砂混凝土抗压强度随石粉含量的变化

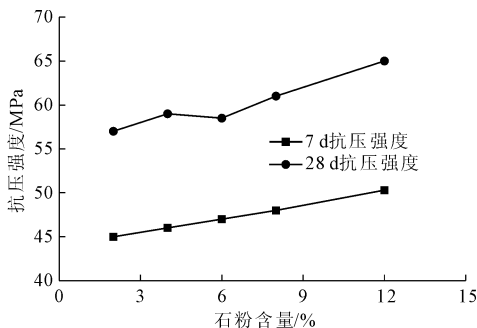


图 2 C50 机制砂混凝土抗压强度随石粉含量的变化

石灰石粉在水化的过程中可以与水泥中的 C_3A 和 C_4AF 发生反应,生成水化碳铝酸钙,水化碳铝酸盐可以与其他水化产物相互搭接,使水泥石结构更加密实,从而提高了水泥石的强度。当混凝土中胶凝材料的掺量过多时,石粉的增强作用减弱,而强度降低作用会更加明显,这就是 C50 机制砂混凝土的最佳石粉含量低于 C30 混凝土的最佳石粉含量的原因,且随着混凝土强度的增加,最佳石粉含量降低。

3 石粉含量对混凝土长期抗压强度的影响

试验选取了三个石粉含量进行对比,分析机制砂中石粉含量对 7 d、28 d、60 d、90 d 和 180 d 抗压强度的影响,试验结果见图 3 和图 4。

试验结果显示:对于 C30 和 C50 混凝土,石粉含量对混凝土的早期强度有一定的提高作用,特别是 60 d 以前的抗压强度,有一定的提升;但对混凝土的长期强度,即 90 d 以后的强度基本没有影响。这主要是因为石粉本身基本没有水化活性,即使龄期再久也不会对强度有明显改善。

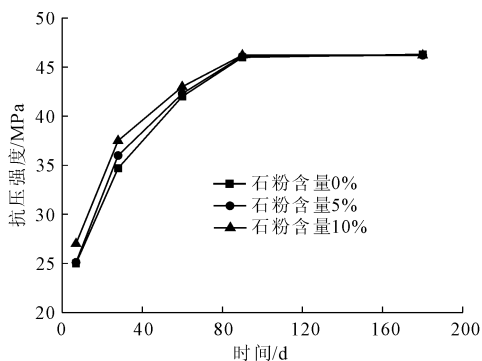


图 3 不同石粉含量 C30 机制砂混凝土强度随时间变化

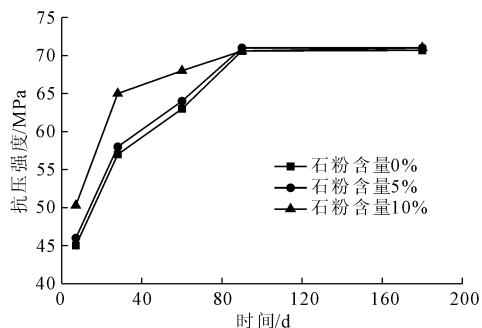


图 4 不同石粉含量 C50 机制砂混凝土强度随时间变化

4 石粉含量对混凝土收缩性能的影响

试验选取了五种石粉含量进行对比,分析机制砂中石粉含量对不同龄期 C30 和 C50 机制砂混凝土收缩性的影响,试验结果见图 5 和图 6。

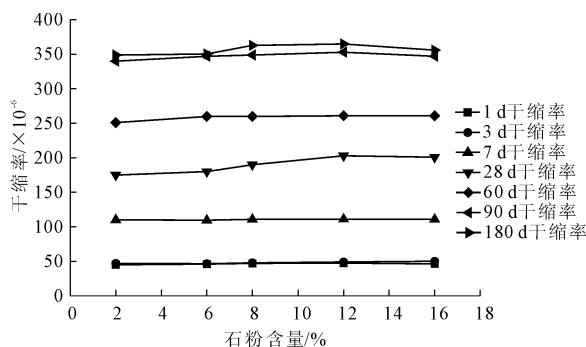


图 5 石粉含量对 C30 机制砂混凝土收缩性能的影响

从图 5 中可以看出, C30 机制砂混凝土中石粉含量 10% 是一个分界线, 随着石粉含量的增加, C30 机制砂混凝土的干缩率先逐渐增大后逐渐减小。

图 6 研究结果表明, C50 机制砂混凝土中石粉含量 7% 是一个分界线, 随着石粉含量的增加, C50 机制砂混凝土的干缩率先逐渐增大后逐渐减小。

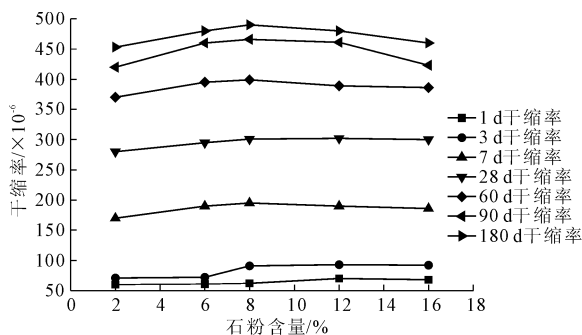


图 6 石粉含量对 C50 机制砂混凝土收缩性能的影响

机制砂混凝土的收缩特性取决于以上两种因素的平衡, 对于 C30 混凝土胶材数量相对较少, 由于石粉比表面积较大, 在其表面形成较厚的水膜, 从而增加干缩, C50 混凝土用水量较少, 当石粉增加到一定程度后, 粉体表面的水膜不增反降, 从而干缩趋缓。

5 机制砂中石粉含量对混凝土耐久性的影响

采用试验分析了 C30 和 C50 机制砂混凝土中, 机制砂中不同石粉含量对机制砂混凝土的耐久性的影响, 试验结果见图 7 和图 8。

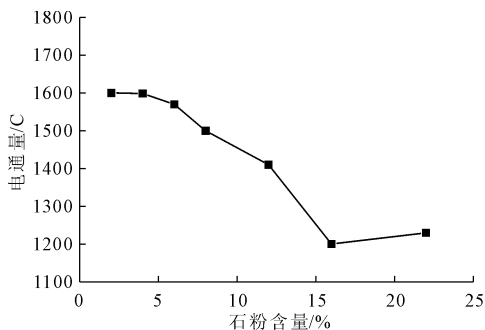


图 7 石粉含量对 C30 机制砂混凝土耐久性的影响

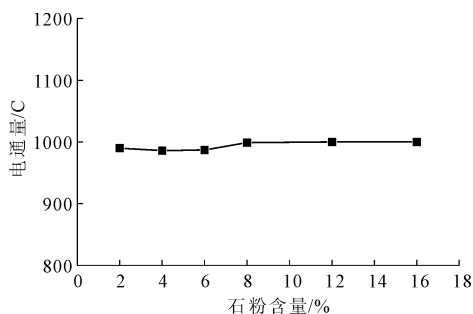


图 8 石粉含量对 C50 机制砂混凝土耐久性的影响

图 7 研究结果表明, 随着机制砂中石粉含量的增加, 尤其是当石粉含量大于 3% 时, C30 机制砂混凝土的电通量迅速降低, 这表明了混凝土耐久性增强。

从图 8 可以看出,机制砂中石粉的含量对于 C50 机制砂混凝土的耐久性影响不大。

从以上研究结果中可以看出,石粉含量对于 C30 和 C50 机制砂混凝土的耐久性的影响有很大的区别,这主要是由于石粉对于两类混凝土的空隙率影响不同,从而导致了对于不同强度的混凝土的耐久性性能的影响规律不同。

6 结 论

通过上述研究得出,机制砂混凝土的扩展度随石粉含量的增加而减小,坍落度在石粉含量 10% ~ 15% 和 5% ~ 7% 之间时较好,利用这个影响机制调整机制砂中的石粉含量达到适量可以改善机制砂混凝土的工作性能。对于石粉含量在 20% 以下的 C30 机制砂混凝土和石粉含量在 15% 以下的 C50 机制砂混凝土,随着石粉含量的增加,机制砂混凝土强度有较小的提高。从对机制砂混凝土抗压强度的影响可以看出,C30 和 C50 机制砂混凝土的最佳石粉含量分别约为 15% 和 10%。这表明对机制砂混凝土强度而言,也存在最佳的石粉含量,不同的机制砂混凝土强度等级对应了不同的机制砂石粉含量。C30 在 10% ~ 15% 左右,C50 在 7% ~ 10% 左右。但石粉含量对机制砂混凝土的长期强度基本没有影响。石粉含量对混凝土耐久性有一定的影响,对 C30 混凝土的耐久性性能提高,C50 混凝土的耐久性影响不大。

参考文献:

[1] 国家建委四局建筑科学研究所.山砂混凝土[M].北京:中国建筑工业出版社,1979.
[2] 吴明威,付兆岗,李铁翔,等.机制砂中石粉含量对混凝土性能影响的试验研究[J].铁道建筑技术,2000(4):

46-49.

[3] 郑金炎,吴跃群.人工砂在商品混凝土中的应用[J].建材技术与应用,2004(6):32-33.
[4] 李亚杰,方坤河.建筑材料[M].北京:中国水利水电出版社,2007.
[5] 陈家珑.人工砂—新型建筑用砂[J].新型建筑材料,2002(6):32-34.
[6] Tahir Celik, Khaled Marar. Effects of crushed stone dust on some properties of concrete[J]. Cement and Concrete Research, 1996,26(7):1121-1130.
[7] Ahmed A E, El - Kourad A A. Properties of concrete incorporating natural and crushed stone very fine sand[J]. ACI Materials Journal, 1989,86(4):417-424.
[8] Tahir C, Knaled M. Effects of crushed stone dust on some properties of concrete [J]. Cement and Concrete Research, 1996,26(7):1121-1130.
[9] Nam - Shik Ahn. An Experimental Study on the Guidelines for Using Higher Contents of Aggregate Micro Fines in Portland Cement Concrete[D]. USA: The University of Texas, 2000.
[10] Sahu A K, Sunil Kumar, Sachan A K. Crushed stone waste as fine aggregate for concrete[J]. The Indian Concrete Journal, 2003,77(1):845-848.
[11] 王稷良.机制砂特性对混凝土性能的影响及机理研究[D].武汉:武汉理工大学,2008.
[12] 李婷婷,王稷良,郑国荣,等.机制砂中石粉含量对混凝土抗渗性能的影响[J].混凝土,2009(3):35-37.
[13] 李婷婷,王稷良,郑国荣,等.机制砂中石粉含量对混凝土抗渗性能的影响[J].混凝土,2009(3):35-37.
[14] 王稷良,牛开民,刘 英,等.机制砂中石粉对混凝土性能影响的研究现状[J].公路交通科技,2008,25(9):302-307,322.
[15] 李兴贵.高石粉含量人工砂在混凝土中的应用研究[J].建筑材料学报,2004,7(1):66-71.

(上接第 159 页)

[8] 焦爱萍,张春满,刘宪亮.溪洛渡泄洪洞掺气减蚀设施及体型优化的试验研究[J].灌溉排水学报,2008,27(2):70-73.
[9] 吴伟伟,吴建华,阮仕平.平底泄洪洞掺气设施体型研究[J].水动力学研究与进展,2007,22(4):397-402.
[10] 于 野,刘亚坤,倪汉根,等.洞式溢洪道掺气减蚀设施的体型优化研究[J].水利与建筑工程学报,2010,8(1):7-9.
[11] 南 洪,贺 威,韩鹏辉,等.查日扣水电站竖井旋流泄洪洞水力学数值模拟研究[J].水利与建筑工程学报,2015,13(5):204-207.

[12] 翟保林,刘亚坤.高水头明流泄洪洞三维数值模拟[J].水利与建筑工程学报,2017,15(3):31-34.
[13] 徐国宾,章环境,刘 昉,等.龙抬头泄洪洞水力特性的数值模拟[J].长江科学院院报,2015,32(1):84-87.
[14] 长江水利委员会长江科学院.涪天河水库扩建工程 2# 泄洪洞体型布置调研报告[R].武汉:长江水利委员会长江科学院,2013.
[15] 长江水利委员会长江科学院.涪天河水库扩建工程 2# 泄洪洞局部体型减压模型试验研究报告[R].武汉:长江水利委员会长江科学院,2013.