

机制砂石粉含量对混凝土工作性能的影响

程小栓, 黄慧君

(北京新桥技术发展有限公司, 北京 100088)

摘要: 通过调整机制砂中的石粉含量, 探究了石粉含量对混凝土工作性能的影响。结果发现, 不同强度等级的机制砂混凝土具有各自不同的最优石粉含量范围, 低强混凝土石粉含量宜控制在 10% ~ 15%, 高强混凝土不宜超过 7% ~ 10%。石粉的引入虽使混凝土粘聚性较大, 但也有效的增加混凝土的保水性能, 降低泌水率。此外, 经研究发现, 高石粉含量的机制砂适宜制作低强混凝土, 不适宜制作高强混凝土。

关键词: 道路工程; 机制砂; 工作性能

中图分类号: U41

文献标识码: B

随着国家基础建设的日益发展, 混凝土用砂需求量急增。天然砂是一种地方性资源, 而且分布很不均匀, 短时间内不可再生, 也不适宜长距离运输。目前, 不少地区的天然砂资源已近枯竭, 还有很多地方已经开始禁采或限采天然砂, 致使工程用砂供需矛盾日益突出, 导致砂的价格越来越高, 某些地区甚至无天然砂可用, 严重影响了工程建设的进展。所以机制砂在工程建设中的地位越显重要, 随着混凝土技术的发展, 机制砂将成为建设用砂的重要来源。

机制砂指由机械破碎、筛分制成的, 粒径小于 4.75mm 的岩石颗粒, 但不包括软质岩、风化岩的颗粒。由于机制砂的母材材质、加工机械设备和制造工艺等因素的制约, 导致机制砂在粒形、级配与 0.075mm 以下颗粒含量等方面与天然砂存在显著的差异, 也导致了其对混凝土性能影响也与天然砂存在巨大差异。针对机制砂特性对混凝土性能的影响, 国内外学者进行了大量的研究, 但对于机制砂石粉含量对不同混凝土工作性能的影响缺少系统研究。本文将通过实验研究石粉含量对混凝土工作性能的影响规律, 并进一步探究作用机理。

1 石粉含量对混凝土坍落度与扩展度的影响

混凝土的坍落度和扩展度是混凝土重要的工作性能指标, 为了对比石粉含量对混凝土工作性的影响, 试验设计了 3 个系列的试验, 对比研究了机制砂中石粉含量对不同强度等级混凝土坍落度和扩展度的影响。

在 L 组 C30 混凝土中, 石粉含量较少时(国标规定的上限值 7%) , 混凝土工作性较差, 有轻微的离析泌水现象, 随石粉含量的增加, 混凝土粘聚性增强, 离析泌水程度减小, 坍落度在石粉含量 10% ~ 15% 时较佳, 当石粉含量达到 20% 时, 混凝土显得很粘。

对于 H 组 C60 泵送混凝土, 随石粉含量的增加, 混凝土粘聚性变好, 坍落度基本没有受影响, 只是在石粉含量超过 10% 后, 混凝土坍落扩展度有所减小, 粘

度明显增大。

表 1 石粉含量对不同强度等级混凝土工作性的影响

编号	强度等级	石粉含量 / %	配合比 / kg · m ⁻³				工作性		
			水泥	掺合料	水	机制砂	碎石	坍落度 / mm	扩展度 / mm
L1	C30	0	327.5	0	180	816	1127	120	
L2		3	327.5	0	180	816	1127	140	
L3		5	327.5	0	180	816	1127	150	
L4		7	327.5	0	180	816	1127	175	
L5		10	327.5	0	180	816	1127	180	
L6		15	327.5	0	180	816	1127	190	
L7		20	327.5	0	180	816	1127	160	
H1	C60	0	530	0	170	756	1044	210	520
H2		3	530	0	170	756	1044	220	540
H3		5	530	0	170	756	1044	220	550
H4		7	530	0	170	756	1044	210	510
H5		10	530	0	170	756	1044	210	480
H6		15	530	0	170	756	1044	205	400
S1	C80	0	312	48 + 150 + 90	150	690	1080	220	530
S2		3	312	48 + 150 + 90	150	690	1080	230	560
S3		5	312	48 + 150 + 90	150	690	1080	230	560
S4		7	312	48 + 150 + 90	150	690	1080	220	500
S5		10	312	48 + 150 + 90	150	690	1080	200	480

注: 混凝土用试验材料: L 组为 P · O42.5 水泥, 外加剂 FDN - 1 掺量均按胶凝材料质量的 0.5% 计; H 组为 P · O42.5 水泥, 外加剂 JG - 2 + JG - 3 掺量按胶凝材料质量的 1.2% 计; C 组为 P · O52.5 水泥, 掺合料为 8% 硅灰 + 25% 矿渣粉 + 15% I 级粉煤灰复掺, 外加剂 FOX - 8H 与 ADVA - 180 复掺, 掺量按胶凝材料质量的 0.3% + 0.8% 计。

但对于 S 组 C80 高强混凝土而言, 随石粉含量增加, 混凝土坍落度变化不明显, 但当石粉含量达到 7% 时, 拌和物变得粘稠, 坍落扩展度有明显下降。

在机制砂混凝土体系中, 适量的石粉并未降低混凝土的坍落度, 其原因主要有以下几点: ①石粉的细度接近于水泥的细度, 石粉存在弥补了机制砂混凝土浆体材料不足的缺陷, 这点在低强混凝土中作用极为明显; ②是石粉浆体弥补了机制砂表面粗糙的缺点, 有利于减少机制砂与碎石之间的摩擦, 改善混凝土拌和物的和易性。上述是石粉的正作用, 当然石粉含量的增加, 必然会使包裹其用水量增加, 这是石粉的负作用。当上述正作用大于副作用, 则石粉增加混凝土拌和物

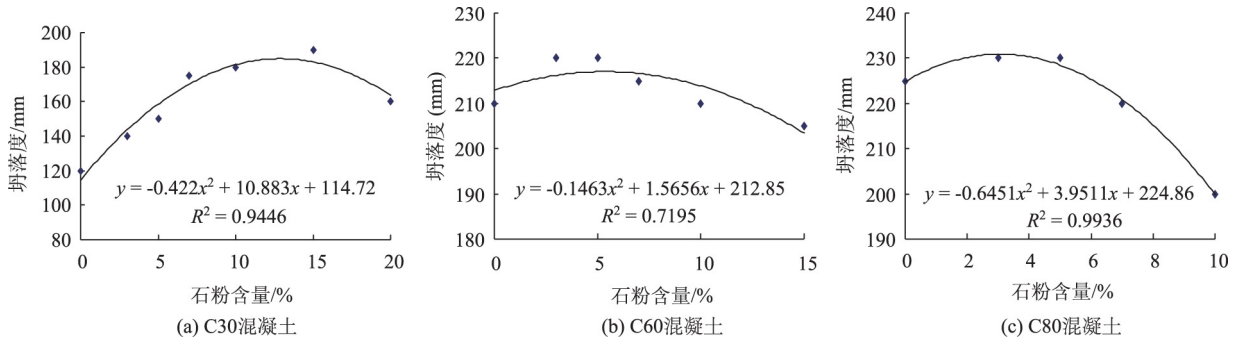


图1 石粉含量对混凝土坍落度的影响

的流变性,否则降低拌和物的流变性能,然而,石粉的正与负作用的大小取决于石粉在机制砂中的含量和混凝土拌和物本身胶凝材料的用量和水胶比。但由于石粉的表面积远大于机制砂的表面积,它的引入会增加浆体的粘滞性,从而使混凝土拌和物的粘聚性增加,因此石粉含量的增加,一般会降低混凝土拌和物的坍落度,能够减少机制砂混凝土的离析泌水现象。

2 石粉含量对混凝土泌水率的影响

新拌混凝土的泌水使得表面混凝土含水量增大,硬化后表面混凝土的强度明显低于下面混凝土的强度,甚至在表面产生大量容易剥落的“粉尘”。如果泌出的水分受到集料或钢筋阻碍的话,则可能在这些集料或钢筋下面形成水囊,影响硬化水泥石与集料或钢筋的粘结。

由于机制砂颗粒多棱角,流动阻力大,要达到相同的流动性需要较多的浆体润滑,机制砂颗粒粗糙的表面特性也增加了对用水量和浆体的需求。水灰比的提高或浆体用量的增加最终都表现为混凝土用水量的增加,用水量是混凝土泌水的根本原因。另外,为提高混凝土坍落度而过度地掺用减水剂也会导致泌水。

表2 石粉含量对混凝土拌和物泌水率的影响

编号	石粉含量/%	配合比/ $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$					坍落度/mm	泌水率/%
		水泥	水	砂	碎石	外加剂		
1		380	165	760	1080	1.9	190	5.72
2	0	380	165	760	1080	1.9	160	7.91
3	3	380	165	760	1080	1.9	175	7.30
4	5	380	165	760	1080	1.9	190	6.30
5	7	380	165	760	1080	1.9	180	5.82
6	10	380	165	760	1080	1.9	160	4.12
7	15	380	165	760	1080	1.9	120	4.05

注:1组为天然砂,2~7组为机制砂;石粉含量采用先水洗清除石粉,再按质量加入石粉调整。水泥采用P·O 42.5,外加剂选用FDN-1萘系外加剂。

从表2与图2可以看出,通常天然砂配制出混凝土工作性能较好,其坍落度较大,泌水率较小。但对于同条件下的机制砂,当石粉含量较低时,很难配制出工作性能很好的混凝土,机制砂由于颗粒形貌和级配不良,导致其配制出来的混凝土工作性能较差,而泌水率较

高。但当机制砂中含有一定数量石粉时,机制砂的工作性得到了很好的改善,其保水性明显提高,泌水率降低。

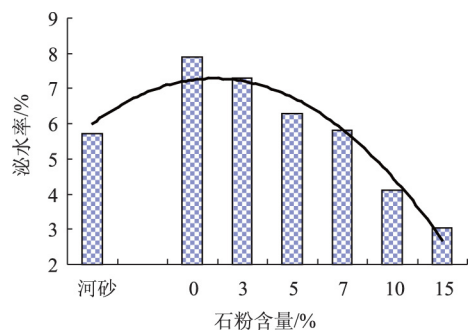


图2 石粉含量对混凝土泌水率的影响

3 结论

(1) 低强混凝土的适宜石粉含量在10%~15%范围内,此时拌合物具有良好的坍落度、扩展度和粘聚性。

(2) 高强混凝土石粉含量不宜过高,尤其是泵送混凝土,需避免粘聚性太大难以泵送。

(3) 适当增加混凝土中的石粉含量能有效提高混凝土拌合物保水性,降低泌水率。

参考文献:

- [1] 吴明威,付兆刚. 机制砂中石粉含量对混凝土性能影响的试验研究. 铁道建筑技术, 2000(4): 46-49.
- [2] 李北星,周明凯,蔡基伟,等. 机制砂中石粉对不同等级混凝土性能的影响研究. 混凝土, 2008(7): 51-54.
- [3] 张礼华,刘宝来,周永生,等. 石粉含量对机制砂混凝土力学性能与微观结构的影响. 混凝土与水泥制品, 2011(12): 22-26.
- [4] 宋德明,宋业政,张存暖. 不同石粉含量对机制砂混凝土性能的影响. 水利建设与管理, 2011, 31(2): 38-41.
- [5] 贺图升,周明凯,李北星,等. 石粉对机制砂混凝土拌合物泌水率的影响. 混凝土, 2007(2): 58-60.
- [6] 蔡基伟,李北星,周明凯,等. 石粉对中低强度机制砂混凝土性能的影响. 武汉理工大学学报, 2006, 28(4): 27-30.
- [7] 卢自立,杨振国,沈卫国,等. 机制砂混凝土配比设计参数研究. 武汉理工大学学报, 2014, 36(12): 32-36.