

石粉对机制砂混凝土性能的影响研究

彭国兴

浩天建工集团有限公司

摘要：随着工程建设行业的快速发展，对自然资源或多或少造成了一定伤害，如河砂的掠夺性开采致使河床发生变化，对周围环境产生不良影响，目前绝大部分河流已禁止开采河砂。但砂是混凝土的重要组成部分，其质量的优劣对混凝土的强度和耐久性具有举足轻重的作用。天然砂属于一种不可再生的自然资源，因而造成机制砂在公路、建筑等领域有着广阔的应用空间。本文将石粉对机制砂混凝土性能的影响进行试验分析，试验结果表明：石粉比例是影响机制砂强度的重要因素，是改善混凝土和易性的重要指标。由研究发现要使机制砂广泛应用于工程建设，控制机制砂中的石粉的比例含量至关重要。

关键词：公路；机制砂；混凝土；石粉

0 引言

河砂的掠夺性开采致使河床发生变化，对周围环境产生不良影响，而工程建设项目对砂需求量大，致使机制砂有了广阔的市场。机制砂与天然砂有着本质的区别，机制砂是小颗粒的岩石通过制砂机、洗砂机而形成的砂。小颗粒岩石在破碎过程中生成石粉、黏土矿物质等产物，石粉能增强混凝土的和易性，但含黏土矿物质多的石粉对混凝土和易性有较严重影响，由于黏土矿物质有颗粒极细、疏松多孔的特性，使混凝土的配比受到了干扰，进而使混凝土的耐久度、安全性受到不同程度的影响。本文以某公路项目施工合同段为例，探讨不同石粉含量的机制砂掺入混凝土后，对混凝土工作性能的影响。

一、机制砂试验概况

表2 机制砂的物理性能

名称	表观密度 (Kg/m ³)	紧装空隙/%	紧装密度 (Kg/m ³)	石粉含量/%	细度模数	粗糙度/%
机制砂	2.73	36.5	1.79	85	3.1	17.3

(二) 试验方法

(1) 坍落度、扩展度是衡量混凝土拌合物性能的重要指标。根据《普通混凝土力学性能试验方法标准》中指定的方法执行特定的实验室测试。测试使用的混凝土尺寸长180mm、宽180mm、高180mm；

(2) 在该测试方法中，使用混凝土C25，依照《混凝土配合比设计手册》中的相关要求，混凝土的抗压强度将在28天内达到33.2 MPa。其中，水灰比，砂率，石材质量，砂子质量，粉煤灰的含量根据水泥的质量分别以10%，15%，20%的比例来代替水泥，水洗处理后的机制砂损失更大，废弃物处理难度更大；

(3) 在本文中，在遵守规范要求的情况下，使用石粉含量较高的机制砂制备了低标号混凝土。机砂中含有岩粉，配制的混凝土浆较多，采用合理的振捣方式对水胶比、坍落度较大的混凝土混合物进行振捣，把握好振捣时间，以防止灌浆。一段时间后可以得到粉煤灰、石粉代替水泥对混凝土性能的影响趋势，具体请参见表3。

(一) 试验原材料

(1) 机制砂生产需满足的基本条件为：1) 根据商混站的需求量，确定制砂厂的生产能力，本项目选择了日产量400T以上的制砂厂；2) 为了能达到混凝土强度要求，碎石的母岩强度必须确保95Mpa以上；3) 根据强制性规范要求，机制砂强度应大于混凝土要求强度的1.5倍；

(2) 机制砂生产还要做到以下几点：1) 要加强碎石原料的控制，确保机制砂的供求产量；2) 要对成品机制砂进行检测，确保生产的机制砂达到强度等质量指标要求；3) 机制砂供货至现场时，要展开进场验收，只有经过试验检测合格的产品，才可投入施工；

(3) 由于石粉中泥土的含量对机制砂强度影响严重，按照规范要求，需要进行亚甲蓝MB值检验。检验亚甲蓝MB值的方法能有效确定石粉中泥土的含量。当石粉中含泥量越大时，MB值就会越大。特别注意的是，当洗砂机对机制砂进行清洗时，容易造成资源浪费、环境污染，所以施工企业要高度注重社会效益，有切实可行的环保方案，确保自然环境不被破坏；

(4) 选用II级粉煤灰、风选碎石粉进行实验，用于生产机制砂的原材料级配碎石，其最大粒径不应超过20mm；组成石粉的化学成分比例见以下表1；机制砂的物理性能要求见以下表2；

表1 石粉组成化学成分比例 (%)

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Mgo	SO ₃	CaO	Z.L	合计
7.38	2.6	0.76	0.22	0.84	0.21	48.52	38.69	99.22

二、试验数据结果与分析

(一) 通过分析8组样本，可以比较各组样本相应的性能参数，如抗压强度、扩展度、坍落度等。结合数据可以粗略描述试验现象并预判其发展趋势，具体的试验测试结果如表4所示。

表3 粉煤灰以及石粉代替水泥对混凝土性能的影响

编号	水灰比	砂率/%	减水剂/%	原材料用量/(Kg/m ³)						
				水	水泥	砂	碎石	粉煤灰	石粉	
1	0.48	42	0.62	183	294.8	772	1110	0	0	
2								369	37.2	0
3								331.5	55.6	0
4								312.9	73.2	0
5								332.8	0	36.9
6								313.7	0	55.8
7								295.6	0	73.9

表4 试验数据结果

试验 编号	扩展度/ mm	坍落度/ mm	抗压强度/MPa		试验现象描述
			7d	28d	
1	/	152	29.1	41.3	粘聚性较差、轻微离析泌水
2	391	176	28.6	41.6	和易性好
3	402	181	25.6	38.5	和易性好
4	393	186	23.7	37.7	和易性好
5	362	180	28.4	39.8	稍粘
6	383	184	26.5	38.6	稍粘
7	351	180	24.6	34.8	更粘

(二) 根据表4中的测试结果可以看到, 水分含量、减水剂用量、粉体形状不变时, 混凝土的性能却出现了变化。如用水泥代替所有粉末时, 此时混凝土坍落度最小, 对应的混凝土拌合物泌出水量与其含水量之比最大, 而扩展度则非最小。相反, 当用石粉、粉煤灰代替等重量的水泥材料时, 坍落度、扩展度均有改善。其原因可以从两个方面进行分析: 1) 粉煤灰, 水泥、石粉的密度不同; 2) 粉煤灰, 水泥、石粉对水、减水剂的作用机理有所差异;

(三) 机砂中通常包含10%以上的石粉, 并且对大多数混凝土性能不会造成不利影响;

(四) 石粉含量的优势主要体现在增稠, 润滑和改善水合作用方面。制砂厂对成品的控制应在制砂机理上保证原料的稳定性, 并保证稳定的原料来源; 加强对沙场制造成品的质检。从目前的角度看, 制砂厂生产的机砂质量比较稳定, 质检合格率达到100%。石粉的含量, 细度模量, 等级和亚甲蓝的值等关键质量参数均满足技术要求。

三、机制砂在该项目的应用

(一) 由于机制中表面粗糙, 如使用纯水泥配合比施工, 则难以满足混凝土的特性和外观质量要求。因此, 在设计配合比时决定添加粉煤灰、炉渣以增强混凝土性能。该项目的应用取得了一定的成果。例如, 桥柱的结构由混凝土C35制成。桥式塔的外观如图2所示。在实验室的多次测试中选择的最终混合比为: C: S: G: W: J: F: K = 293: 826: 1049: 176: 4.13: 61: 61;



图1 项目生产桥梁立柱外观图

(二) 混凝土的7天回弹强度接近设计强度, 如下所示: 40、37、40、39、45、45、42、42、37、39、37、42、41、38、40, 43平均值为40.3 MPa;

(三) 混凝土C35的最新28天抗压强度值: 45.3、44.8、45.3、45.1、45.7、43.7、44.2、44.5、44.4、44.6、47.3、45.6、44.4、44.6、45.5、45.9、43.9、44.8、44.3、44.4, 标准差0.8, 平均值为44.3 MPa;

(四) 对制砂厂成品的控制, 保证原料的稳定性, 确保稳定的原料来源。加强对沙场制造成品的质检。从目前的角度看, 制砂厂生产的机砂质量比较稳定, 质检合格率达到100%。石粉的含量, 细度模量, 等级和亚甲蓝的值等关键质量参数均满足技术要求, 此外, 在使用机制砂混凝土施工时要密切关注混凝土质量, 特别是监测大小集料的水分含量;

(五) 在雨雪天或重大天气变化期间, 应加强对大小骨料含水量的控制, 并应随时间调整机砂混凝土的配合比。机制砂混凝土拌合物应均匀混合并具有相同的颜色, 不应有偏析和渗出现象。结论是将机砂作为混凝土细集料效果更好, 可以广泛使用。

四、结论

(一) 石粉、粉煤灰对机制砂混凝土的强度影响很小: 都能在一定程度上增强混凝土性能;

(二) 机制砂中石粉的细度小, 可作为混凝土中的细集料, 减少泌水现象;

(三) 一定量的石粉可以在提高混凝土的可加工性的同时提高其流动性, 最终增强混凝土性能;

(四) 基于此项目, 本文试验分析了用于道路和桥梁的机砂制造商的生产样本, 讨论了石粉对机制砂混凝土性能的影响, 并测试了制砂厂的机制砂成品是否满足施工需求, 这对于指导该项目施工非常重要。

(五) 制砂厂成品质量控制关键在于原料的质量控制, 通过控制原料来源, 加强成品质量检验等措施来控制机制砂成品质量。

参考文献

- [1] 机制砂的应用技术与成本[J]. 罗垚. 公路交通科技(应用技术版). 2018(12);
- [2] 石粉含量对机制砂水泥砂浆性能的影响研究[J]. 刘朝晖, 王模. 公路与汽运. 2013(02);
- [3] 机制砂在预制梁施工中的应用及外观质量控制[J]. 赵勇, 宋静, 张慧. 四川建材. 2019(02);
- [4] 公路工程用机制砂混凝土性能研究[J]. 张常安. 公路交通科技(应用技术版). 2019(08);
- [5] 山区大体积机制砂混凝土温度控制技术[J]. 卢捷. 交通世界. 2017(17);
- [6] 机制砂微细集料及石粉含量对混凝土性能的影响研究[J]. 李军, 梁德兴, 青志刚. 西部交通科技. 2018(01);
- [7] 机制砂、石粉含量对混凝土性能的影响[J]. 赵德雄. 福建建材. 2017(10);
- [8] 应用超声波技术进行混凝土结构健康监测研究[J]. 赵国旗, 张娣. 结构工程师. 2018(S1);
- [9] 水灰比与掺合料对混凝土抗氯离子渗透性能的影响[J]. 虞夏深. 大连大学学报. 2017(06);
- [10] 石灰石粉在水泥基材料中的作用及其耐久性的影响[J]. 史才军, 王德辉, 贾煌飞, 刘剑辉. 硅酸盐学报. 2017(11);
- [11] 粉煤灰-矿粉胶凝体系对CRTS III型板自密实混凝土工作性能影响机理研究[J]. 顾晓彬, 刘磊, 高海浪, 王成启. 混凝土与水泥制品. 2019(02);
- [12] 石粉对混凝土力学性能及氯离子扩散系数影响[J]. 乔宏霞, 梁金科, 李元可. NDAHIRWA Desire. 硅酸盐通报. 2019(02);