

C80 机制砂高强高性能混凝土配置

赵春玲, 韩薇薇, 岳宗茂, 张君, 穆立明

(北京建工新型建材有限责任公司, 100015, 北京)

摘要: 研究了不同水胶比及不同品质机制砂对混凝土拌合物性能、力学性能及耐久性能的影响。通过合理优化混凝土配合比, 使用低品质机制砂成功配置出 C80 机制砂高强高性能混凝土。

关键词: 不同品质机制砂; 高强高性能; 工作性能

中图分类号: TU 74

文献标志码: A

文章编号: 1000-4726(2022)10-1292-03

C80 MECHANISM SAND HIGH STRENGTH HIGH PERFORMANCE CONCRETE CONFIGURATION

ZHAO Chun-ling, HAN Wei-wei, YUE Zong-mao, ZHANG Jun, MU Li-ming

(BCEG Advanced Construction Materials Co., Ltd., 100015, Beijing, China)

Abstract: In this experiment, the effects of different hydro-glue ratios and different quality mechanisms of sand on the properties, mechanical properties and durability of concrete mixtures were studied. Through reasonable optimization of the mix ratio, the C80 mechanism sand high-strength and high-performance concrete was successfully developed by using low-quality mechanism sand.

Keywords: different quality mechanism sand; high strength and high performance; working performance

1 原材料

(1) 水泥。试验采用 P·O42.5 水泥, 其 28d 抗压强度为 54.9MPa。(2) 矿粉。试验采用 S95 级高炉矿渣粉, 其 28d 活性指数 100%。(3) 粗骨料。试验采用 5~20mm 连续粒级碎石, 压碎指标为 6.6%, 含泥量为 0.3%。(4) 外加剂。试验采用 JFL-2 聚羧酸高性能减水剂, 其减水率为 27%。(5) 硅灰。试验采用 SF93 硅灰, 其 SiO₂ 含量为 94.76%。(6) 细骨料。试验采用高品质机制砂、低品质机制砂和河砂, 细骨料基本指标见表 1。

表 1 细骨料基本指标

细骨料 品种	累计筛余 /%						细度 模数	压碎 值 /%	石粉含 量 /%	亚甲蓝 MB
	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15				
高品质 机制砂	5	20	36	60	84	96	2.9	20	1.2	1.1
低品质 机制砂	9	28	54	71	85	97	3.2	19	1.1	1.3
天然砂	4	18	34	58	83	96	2.8	9	—	—

2 配合比试验设计

2.1 混凝土配合比

本次试验设计为 C80 机制砂高强高性能混凝土。

收稿日期: 2022-08-01

作者简介: 赵春玲(1994—), 女, 内蒙古赤峰人, e-mail: 251884974@qq.com.

配合比设计依据 JGJ/T 281—2012《高强混凝土应用技术规程》等相关标准规范。本次设计的机制砂高强高性能混凝土配合比主要原则及思路: 尽可能减少混凝土胶凝材料中硅酸盐水泥用量, 故采用低水化热和低碱含量的 P·O42.5 水泥, 且合理控制水泥用量, 设定水胶比为 0.18、0.21 两种配合比进行比较, 实现混凝土工作性、力学性能、耐久性 & 经济性的综合优化。鉴于不同细骨料性能的区别及砂率变化对混凝土工作性能的影响, 本次配合比设计对砂率也进行了变化调整, 以便研究其对混凝土工作性和力学性的影响。C80 机制砂高强高性能混凝土配合比见表 2。

表 2 C80 机制砂高强高性能
混凝土配合比

种类	试配编号	水泥	硅灰	矿粉	细骨料	粗骨料	水	外加剂
天然细 骨料	SP-1	663	43	155	451	1004	155	17.22
	SP-2	620	35	84	505	1072	155	14.78
高品质 细骨料	SP-3	663	43	155	451	1004	155	17.22
	SP-4	620	35	84	505	1072	155	14.78
低品质 细骨料	SP-5	663	43	155	451	1004	155	17.22
	SP-6	620	35	84	505	1072	155	14.78

2.2 C80 高强高性能混凝土试验

依据表 2 中的配合比进行试验, 对其新拌混凝土各项工作性能进行试验, 结果见表 3。

通过上述混凝土拌合物工作性能的各项试验结果可看出, 相同配合比条件下, 试配编号 SP-1 天然砂和 SP-3 高品质机制砂工作性能均良好, SP-5 低品质

表3 C80 机制砂高强高性能混凝土拌合物工作性能

种类	试配编号	坍落度/mm	扩展度/mm	1h 经时损失/mm	倒筒时间/s	和易性
天然细骨料	SP-1	220	680	210	11	良好
	SP-2	220	670	210	13	良好
高品质机制砂细骨料	SP-3	220	680	210	15	良好
	SP-4	220	660	200	14	良好
低品质机制砂细骨料	SP-5	220	650	200	17	良好
	SP-6	210	600	200	19	良好

机制砂出机坍落度及1 h经时损失稍差,其他各项工作性能良好。试配编号SP-2天然砂和SP-4高品质机制砂工作性能均良好,SP-6低品质机制砂出机坍落度、1 h经时损失稍差,倒筒时间超过20 s。不同水胶比各项试验结果相近,由此可看出细骨料品质对混凝土各项工作性能影响较大。

根据当前京津冀地材的情况,改善低品质机制砂混凝土更符合生产使用需要、更具有经济性。结合本次试验的情况,为了改善混凝土工作性能,针对低品质机制砂配合比进行优化已达到最佳混凝土性能。针对低品质机制砂级配差,细度模数粗的特点,调整水胶比为0.20,减少水泥用量增加掺合料用量。在前期试验经验的总结后,将混凝土配置搅拌过程又进行了优化。相比较传统混凝土搅拌方法在投料顺序、搅拌时间等均有较大的改进。采用与石子、砂子一起掺入,同时加水再加入粉料的方式,硅灰的分散效果最好。在制备高强高性能混凝土能使硅灰内活性成分得到充分发挥,充分激发了混凝土强度及工作性能。优化后配合比见表4。

表4 优化后 C80 机制砂高强高性能

混凝土配合比		kg/m ³						
种类	试配编号	水泥	硅灰	矿粉	细骨料	粗骨料	水	外加剂
优化后低品质细骨料	SP-7	600	39	146	493	1001	155	15.7

在优化混凝土搅拌方式后,经过对混凝土配合比试拌,各项工作性能试验结果:坍落度220 mm、扩展度660 mm、1 h经时损失与天然砂无异,通过配合比优化倒筒时间及和易性改善较明显,均能满足使用要求。

3 试验结果与分析

3.1 混凝土强度

混凝土强度曲线如图1所示。

由图1可知,不同水胶比下,随着水胶比降低,混凝土各项性能有明显提高;相同配合比下,SP-3、SP-4强度最高,高品质机制砂混凝土相对天然砂强

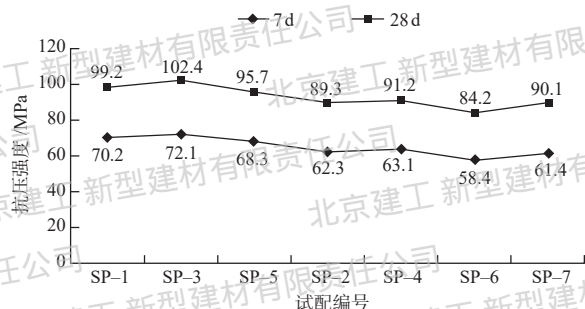


图1 混凝土强度曲线

度有明显提升,这是由于机制砂中石粉填充了胶凝材料与机制砂之间的空隙,提高了浆体与骨料过渡区域的密实程度,石粉中的碳酸钙加速了水泥的水化反应,使混凝土强度进一步提高。SP-5、SP-6与SP-3、SP-4相比,强度明显降低,通过对SP-6基础上优化配合比,SP-7强度有明显提高,能达到与SP-4相同水平。这主要是由于低品质机制砂级配不合理,混凝土不密实,造成低品质机制砂混凝土强度偏低,SP-7通过增加胶凝材料用量调整配合比,强度与SP-4相比相差不大。

对低品质机制砂优化配合比后进行长期强度试验,混凝土强度增长曲线,180 d龄期混凝土强度无倒缩,180 d混凝土强度保证率达到140%,完全能达到设计使用要求。

3.2 收缩性测试

C80 机制砂高强高性能混凝土收缩也是引起早期开裂的主要原因之一。本试验测试了C80 机制砂高强高性能混凝土塑性收缩和干燥收缩特性。

3.2.1 塑性收缩

拌合物成型后4 h左右,C80 机制砂高强高性能混凝土试样塑性收缩速率均较快,收缩应变达到 800×10^{-6} ,4 h之后收缩速率趋于缓慢,变化较小。

3.2.2 干燥收缩

C80 机制砂高强高性能混凝土的干燥收缩在60 d前变化较大,60 d以后混凝土的干燥收缩变化趋于缓慢。C80 机制砂高强高性能混凝土在180 d时干燥收缩量仅为 380×10^{-6} ,该收缩量远低于普通混凝土的正常收缩量(600×10^{-6})要求。

经试验表明,C80 机制砂高强高性能混凝土的收缩主要原因是由于C80 机制砂高强高性能混凝土的水胶比较低,使得混凝土在水化和硬化过程中产生较大的收缩。

3.3 抗氯离子渗透性

采用RCM法测定氯离子扩散系数,试验龄期为84 d。所有试件氯离子扩散系数均小于 $2.0 \times 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$,

符合 V-E 级要求,其中,从数据可以看出,高品质机制砂混凝土抗氯离子渗透性稍弱于天然砂混凝土,低品质机制砂混凝土抗氯离子渗透性与高品质机制砂混凝土相比明显降低,这是由于低品质机制砂级配不合理,混凝土有害空隙增多,通过调整配合比,优化了混凝土内部孔结构,SP7 能达到与 SP4 相同效果。

3.4 抗渗性

采用逐级加压法,水压从 0.1 MPa 开始,一直增加到 2.0 MPa,试件表面均未出现明显渗水,由此可见,本试验几组混凝土抗渗性能良好均能达到高性能混凝土设计要求。主要由于该混凝土水胶比较小,混凝土结构密实,机制砂的使用对混凝土抗渗性能影响不大。

3.5 抗冻性

混凝土抗冻性结果检测见表 5。

表 5 混凝土抗冻性结果检测

试配 编号	相对动弹性模量 / %							
	50 次	100 次	150 次	200 次	250 次	300 次	350 次	400 次
SP-1	99.8	99.6	99.5	99.2	99.0	98.2	97.4	97.2
SP-2	99.8	99.5	99.4	99.2	98.7	97.9	97.3	97.4
SP-3	99.7	99.7	99.5	99.1	98.9	98.4	97.4	96.5
SP-4	99.8	99.6	99.6	99.3	98.4	97.6	96.9	96.4
SP-5	99.6	99.7	99.3	99.0	98.2	97.4	96.8	96.2
SP-6	99.7	99.6	99.2	98.8	98.0	97.2	96.1	95.8
SP-7	99.7	99.6	99.4	99.2	98.6	98.1	97.3	96.4

本试验采用快冻法,由表 5 可知,当冻融循环次数达到 400 次,所有混凝土试件相对动弹性模量均大于 90%,说明本试验所有混凝土抗冻等级均大于 F400,机制砂对高性能混凝土抗冻性影响有限。

3.6 抗碳化

通过碳化试验结果表明,C80 机制砂高强高性能混凝土 28d 碳化深度最大为 1.0mm,说明混凝土具有良好的抗碳化性能,虽然矿物掺合料会消耗大量的氢氧化钙,使混凝土的碳化加快,但是由于 C80 机制砂高强高性能混凝土的水灰比很低,混凝土内部也很密实,使得混凝土的碳化速度非常平缓。

4 结束语

以 C80 机制砂高强高性能混凝土为研究对象,通过配合比优化及配置方法的改进,从而提高混凝土工作性能、强度、耐久性等各项混凝土性能,使高强、高性能混凝土的生产更满足实际生产需要,提高经济性。

对低品质机制砂配置 C80 高强混凝土过程中,

通过对搅拌方法和投料顺序的改进,在混凝土工作、力学、耐久性能均有明显改善提高。

配合比使用相同水胶比时,高品质机制砂混凝土抗压强度比天然砂混凝土高,低品质机制砂混凝土各项性能均较差。其中,低品质机制砂强度及抗氯离子渗透性与高品质机制砂混凝土相比有明显降低,通过对配合比、搅拌方法等进行优化,低品质机制砂混凝土能达到与高品质机制砂相同水平。结合京津冀地区地材的实际情况,更符合实际生产需要,具有良好的经济性。

参考文献

- [1] 王若逊,王勇. 机制砂配制超高性能混凝土的性能研究[J]. 混凝土世界, 2020(8): 62-65.
- [2] 王新彦. 高强高性能机制砂混凝土关键技术研究[J]. 中国高新科技, 2020(10): 111-112.
- [3] 汪京平,高志祥,范万祥. 机制砂超高性能混凝土的研制[J]. 混凝土, 2000(4): 18-22.
- [4] 高强混凝土应用技术规程: JGJ/T 281—2012[S].

关于发布《薄抹灰外墙外保温工程技术规程》等

15 项工程建设地方标准的通知

由北京市住房和城乡建设委员会组织北京建筑节能研究发展中心主编的《薄抹灰外墙外保温工程技术规程》、北京住总集团有限责任公司主编的《居住建筑节能工程施工质量验收规程》、北京建筑节能与环境工程协会主编的《空气源热泵系统应用技术规程》《农村住宅清洁供暖技术规程》、北京城建科技促进会主编的《地面工程防滑施工及验收规程》《建筑工程施工工艺规程 第 8 部分: 门窗工程》《建筑工程施工工艺规程 第 13 部分: 给水与排水工程》《建筑工程施工工艺规程 第 14 部分: 供暖工程》《建筑工程施工工艺规程 第 15 部分: 通风与空调安装工程》《建筑工程施工工艺规程 第 20 部分: 电梯系统工程》、北京市智能建筑协会主编的《智慧小区评价标准》、中国建筑节能协会主编的《既有公共建筑节能绿色化改造技术规程》、北京市建设监理协会主编的《建筑工程消防施工质量验收规范》、北京市市政四建设工程有限公司主编的《建筑施工现场应急预案编制规程》、北京市建筑设计研究院有限公司主编的《蒸压加气混凝土墙板系统应用技术规程》等 15 项北京市地方标准,已经北京市市场监督管理局、北京市住房和城乡建设委员会共同批准发布。

(内容来源:北京市住房和城乡建设委网站)