

# 改性特细砂 C60 高性能混凝土及其应用

20

100-106P

杨再富 王立强

(重庆第一建筑(集团)公司志达混凝土中心 400042)

任世漫

(重庆建筑大学材料系 400045)

TU528.062

**摘要** 利用重庆地方材料,采用改性特细砂技术,混凝土的三掺技术进行多因素的正交设计试验,结合预拌泵送混凝土的常规生产工艺,研制出了 C60 高性能混凝土,通过实际工程的应用认为:这种改性特细砂 C60 高性能混凝土很有推广价值。

**关键词** 改性特细砂, C60 高性能混凝土, 研究, 应用

特细砂

中图法分类号 TU528.062

混凝土是建筑工程中用量最大的结构材料。高强高性能混凝土,即包括了高强度、高坍落度且坍落度损失小、高耐久性三大指标的混凝土,应用于工程实际,可以增加使用面积、减少工程投资、延长使用寿命、提高建筑工业化水平。目前我国 C60 高性能混凝土,其组成材料的细集料均系中粗砂,但重庆地区及长江、嘉陵江沿岸的大部分地区主产特细砂,这在很大程度上阻碍了高性能混凝土在这些地区的应用。立足于地区区情,研究以特细砂为主要细集料的高性能混凝土的有关属性,并紧扣工程实际按常规生产工艺开展应用,具有重要的意义。

## 1 原材料

**水 泥:** S25R 型矿渣硅酸盐水泥,安定性合格,28 d 强度  $\geq 59.0$  MPa。

**改性特细砂:** 渠河砂与石砂(破碎石灰岩所得 0.080 mm ~ 5 mm 的颗粒)的混合砂;渠河砂:细度模数约 1.2,含泥量  $\leq 1.5\%$ ;石砂:细度模数约 3.9,含泥量  $\leq 1.0\%$ ;按一定比例混合后细度模数可达到 2.5 左右。这种混合有利于扩大利用砂资源范围和提高混凝土的性能。

**石 子:** 碎石 5 mm ~ 25 mm,近似最佳级配,压碎指标  $\leq 6\%$ ,针片状含量  $\leq 2\%$ 。

**粉煤灰:** II 级粉煤灰。

**膨胀剂:** 高效型膨胀剂 UEA-H。

**水:** 自来水。

**外加剂:** 萘系 FDN-03 和 FDN-S。

收稿日期:1998-10-28

杨再富,男,1963年生,工程师

## 2 特细砂的改性方法

将一定量的 0.080 ~ 5mm 的石砂, 掺入特细砂, 使以特细砂为主所组成的细集料的细度模数达到中砂的范围。一般而言, 特细砂的粒径为 0.080 ~ 0.63mm, 而 0.63 ~ 5mm 为其“空白”。石砂的粒径主要为 0.63 ~ 5 mm。石砂掺入特细砂后, 正好可以弥补特细砂的“空白”, 形成 0.080 ~ 5mm 的连续级配。根据集料的级配理论, 良好的集料级配可以用较少的加水量制得流动性好、离析泌水少的拌合物, 并能在相应的成型条件下, 得到均匀密实的混凝土, 同时达到节约水泥的效果。即既提高了工作性能, 又提高强度与耐久性能, 而且获得较好的技术经济效果。

## 3 配合比设计及优化

经过试拌、正交设计试验并结合经济指标优选配合比, 对优选出来的配合比进行微调复验, 确定最佳配合比。

### 3.1 试拌结果:

表 1 试拌后混凝土性能

配合比 编号	拌合物容重 (kg/m <sup>3</sup> )	粘聚性	保水性	初始坍落度 (mm)	坍落度保留值(mm)		初凝时间 (h)	抗压强度(MPa)		
					1.0 h	1.5 h		3 d	7 d	28 d
1'	2 420	良	良	205	165	100	约18	40.7	46.2	60.1

### 3.2 正交试验结果[应用表 L<sub>9</sub>(3<sup>4</sup>)]

表 2 正交试验结果

试验号 (配合比号)	因 素				考 核 指 标	
	A (1)	B (2)	C (3)	D (4)	坍落度 mm	f <sub>cu</sub> (MPa)
2 <sup>a</sup>	1	1	3	2	215	71.8
3 <sup>a</sup>	2	1	1	1	230	78.0
4 <sup>a</sup>	3	1	2	3	160	83.2
5 <sup>a</sup>	1	2	2	1	240	65.0
6 <sup>a</sup>	2	2	3	3	220	69.8
7 <sup>a</sup>	3	2	1	2	210	82.4
8 <sup>a</sup>	1	3	1	3	190	65.3
9 <sup>a</sup>	2	3	2	2	235	72.9
10 <sup>a</sup>	3	3	3	1	145	76.0
坍 落 度	K <sub>1</sub>	645	605	630	615	和1 845 和664.4 可见A <sub>0</sub> > B <sub>0</sub> > C <sub>0</sub> > D <sub>0</sub>
	K <sub>2</sub>	685	670	635	660	
	K <sub>3</sub>	515	570	580	570	
	K	57	33	18	15	
f <sub>cu</sub>	K <sub>1</sub>	202.1	233.0	225.7	21.09	可见A <sub>0</sub> > B <sub>0</sub> > D <sub>0</sub> > C <sub>0</sub>
	K <sub>2</sub>	220.7	217.2	221.1	227.1	
	K <sub>3</sub>	241.6	214.2	217.6	218.3	
	K	13.2	6.3	2.7	2.9	

### 3.3 确定最佳配合比

由极差分析可知,影响混凝土坍落度因素的主次顺序为 A2> B2> C2> D2,而影响混凝土强度因素的主次顺序为 A3> B1> D2> C1。再利用功效系数法分析并考虑经济因素在该正交表中最好的组合是:A2B1C1D2。

我们在此基础上对个别组份微调复验,又作了两个配合比试验,相应混凝土的性能指标如下表:

表 3 微调后混凝土性能

配合比 编 号	拌合物容重 (kg/m <sup>3</sup> )	粘聚性	保水性	初始坍落度 (mm)	坍落度经时保留值(mm)		初凝时间 (h)	抗压强度(MPa)		
					1.0 h	1.5 h		3 d	7 d	28d
11 <sup>#</sup>	2 410	优	优	220	210	200	18	46.6	61.3	71.2
12 <sup>#</sup>	2 420	优	优	235	220	195	18	57.6	68.1	87.9

经过综合分析,我们最终选定 12# 配合比为最佳配合比。

## 4 最佳配合比混凝土的力学性能与长期耐久性能指标

我们测试了最佳配合比混凝土的力学性能与长期耐久性能,结果如下:

28d 抗压强度: 71.0 MPa; 28d 劈拉强度: 5.23 MPa; 28d 抗折强度: 8.80 MPa; 28d 轴压强度: 58.3 MPa; 28d 抗压弹性模量:  $4.13 \times 10^4$  MPa; 28d 抗渗性能指标:  $> S_{p0}$ ; 180d 收缩率:  $561 \times 10^{-6}$ ; 14d 水中(20℃)限制膨胀率  $2.73 \times 10^{-4}$ , 自应力值 0.43MPa。

360d 徐变值(28d 标养):  $1 415 \times 10^{-6}$ 。徐变度  $61.5 \times 10^{-6}/\text{MPa}$ , 徐变系数 2.160。

28d 碳化深度: 2.55 mm。

## 5 工程应用及其效果

### 5.1 工程概况

重庆世界贸易中心工程地处重庆市解放碑,总建筑面积 12.1 万 m<sup>2</sup>,共 60 层,高 240 m,为目前在建西南第一高楼。混凝土用量约 5 万 m<sup>3</sup>,强度等级有 C60、C55、C50 等,全部采用预拌混凝土浇筑。其中钢管混凝土柱设计采用 C60 高性能混凝土。

### 5.2 应用效果

1) 重庆一建公司生产情况及结果评定:按国标 GBJ107-87 统计法二

混凝土试件组数  $n = 52$ ; 平均值  $m_{fcu} = 69.1$  MPa; 最小值  $f_{cu,min} = 61.2$  MPa; 均方差  $S_{fcu} = 4.84$  MPa; 标准值  $f_{cu,k} = 60.0$  MPa,合格判定系数  $\lambda_1 = 1.60, \lambda_2 = 0.85$ 。

将上述数据代入评定公式 
$$\begin{cases} m_{fcu} - \lambda_1 S_{fcu} \geq 0.9 f_{cu,k} \\ f_{cu,min} \geq \lambda_2 f_{cu,k} \end{cases}$$

计算可知,两式同时成立,所以,混凝土强度评定合格。

2) 世界贸易中心项目经理部抽检情况

世界贸易中心项目经理部对 C60 混凝土在施工现场随机取样 10 组, 送市八建公司试验室作“单位自检”, 28d 强度代表值为: 67.6、79.0、66.1、69.7、69.2、64.9、71.8、70.3、74.8、75.2 MPa。

评定: 按 GBJ107-87 统计法二:

混凝土试件组数  $n = 10$ ; 平均值  $m_{fcu} = 70.9$  MPa; 最小值  $f_{cu,min} = 64.9$  MPa; 均方差  $S_{fcu} = 4.41$  MPa; 标准值  $f_{cu,k} = 60.0$  MPa, 合格判定系数  $\lambda_1 = 1.70, \lambda_2 = 0.90$ 。

将上述数据代入评定公式 
$$\begin{cases} m_{fcu} - \lambda_1 S_{fcu} \geq 0.9 f_{cu,k} \\ f_{cu,min} \geq \lambda_2 f_{cu,k} \end{cases}$$

计算可知, 两式同时成立, 所以, 评定合格。

### 3) 项目监理部抽检情况

世界贸易中心项目监理部对 C60 混凝土在施工现场随机取样 16 组, 送市质监站检测中心作“有见证送检”, 28d 强度代表值为: 66.3、64.9、70.8、75.0、75.0、76.0、69.4、70.4、63.2、64.7、66.3、70.4、61.6、71.2、72.2、77.9 MPa。

评定: 按 GBJ107-87 统计法二:

混凝土试件组数  $n = 16$ ; 平均值  $m_{fcu} = 69.7$  MPa; 最小值  $f_{cu,min} = 61.6$  MPa; 均方差  $S_{fcu} = 4.85$  MPa; 标准值  $f_{cu,k} = 60.0$  MPa, 合格判定系数  $\lambda_1 = 1.65, \lambda_2 = 0.85$ 。

将上述数据代入评定公式 
$$\begin{cases} m_{fcu} - \lambda_1 S_{fcu} \geq 0.9 f_{cu,k} \\ f_{cu,min} \geq \lambda_2 f_{cu,k} \end{cases}$$

计算可知, 两式同时成立, 所以, 评定合格。

由上述 1)、2)、3) 比较可知, 三方分别抽样分别送检的结果不仅能满足 C60 的评定要求而且结果很吻合。

### 4) 中国建筑科研院结构所现场无损检测情况

根据检验报告结检(无损)字(1998)第 0410 号: “经对重庆世界贸易中心抽检的 26 根钢管混凝土柱检测, 结论为: 26 根钢管混凝土柱, 混凝土质量优良品率为 100%。”

## 6 结 语

经过试验研究和生产应用, 我们认为: 可以按照预拌泵送混凝土的生产供应模式, 在工程中推广应用这种改性特细砂 C60 高性能混凝土。

## 参 考 文 献

- 1 孙毓萍, 郭俊英, 崔充文, 张俊. 高强粉煤灰混凝土. 混凝土, 1992(6)
- 2 冯乃缙, 丁建彤. 关于高性能混凝土若干问题. 混凝土, 1994(4)
- 3 中国土木工程学会高强混凝土委员会. 高强混凝土结构设计与施工指南. 北京: 中国建筑工业出版社, 1995. 1
- 4 吴中伟, 韩素芳. 预拌混凝土和高性能混凝土的现状与发展. 建筑技术, 第 28 卷, 第 7 期

## On C60 High – performance Concrete of Modified Extra Fine Sand and Its Application

*Yang Zaifu Wang Liqiang*

(Chongqing 1st Construction Group Company, 400042)

*Ren Shiman*

(Dept. of Material Science and Engineering, Chongqing Jianzhu University, 400045)

**Abstract** Utilizing the local materials in Chongqing, employing the techniques concrete of modified extra fine sand with three additives, we have conducted a cross experiment design test on multi – factors. In addition, in combination with the routine production procedures in ready – mixed pumping concrete, C60 high – performance concrete has been produced. Through the practical application in engineering projects, a conclusion can be drawn that C60 high – performance concrete consisting of modified extra fine sand is of great value in its spreading and popularization.

**Key Words** modified fine sand, C60 high – performance concrete research, application.

---

(上接第 99 页)

## Optimizing Configuration of the ROLOG Logic Programming

*Duan Ying*

*Duan Wenze*

(Chongqing Univ, 400044) (Chongqing Univ. of Architecture, Chongqing Jianzhu University, 400045)

**Abstract** This paper discusses the optimizing configuration of the Logic Programming, taking the reduction of memory space consumption as the main goal. The elementary configurations and their optimization are studied. As a supplement of the existing methods, a optimal configuration named “forced fail – data bypass” is advanced with the result of synthesizing an optimal global configuration, which is used in machine translation work and a good effect is obtained.

**Key Words** logic programming, optimizing program configuration, memory space consumption, artificial intelligence.