

文章编号:1673-2049(2005)03-0067-03

高强度混凝土试验研究

马玉平¹, 马 昕¹, 崔建涛²

(1. 长安大学 建筑工程学院, 陕西 西安 710061; 2. 西安市建设工程质量安全监督站, 陕西 西安 710003)

摘 要: 高强度混凝土 C80 在建筑工程中的应用问题极为重要。为了使设计及施工单位正常设计及使用较高强度等级混凝土, 扩大高强度等级混凝土 C80 在建筑工程中的应用, 通过不同强度等级水泥、不同粉煤灰掺量、不同品种外加剂的混凝土进行试配试验, 测定混凝土强度的变化过程, 对水泥强度等级、粉煤灰掺量、外加剂掺量三者之间的相互关系进行了对比分析, 得出了高强度等级混凝土 C80 在混凝土工程中应用的参考配合比。

关键词: 高强度混凝土; 外加剂; 粉煤灰; 配合比; 试验研究

中图分类号: TU375 **文献标志码:** A

Experimental research on high-strength concrete

MA Yu-ping¹, MA Xin¹, CUI Jian-tao²

(1. School of Architectural Engineering, Chang'an University, Xi'an 710061, China;
2. Xi'an Supervision Department of Building Production Quality and Security, Xi'an 710003, China)

Abstract: High-strength concrete(HSC) C80 plays an important role in construction engineering, and the research has been done in order to help construction companies with correctly using HSC and widening its application. Authors measured the strength variation of concrete which was obtained from experiments using different mixtures of cement, fly-ash and chemical admixture. Then, the relationships among concrete strength grade, fly-ash and chemical admixture were compared and analyzed and a proper mixed ratio of HSC C80 was made.

Key words: HSC; chemical admixture; fly-ash; mixed ratio; experimental research

0 引 言

随着建筑科技的飞速发展,大跨度、高层建筑结构的不断出现,对建筑材料提出了越来越高的要求,其中最为重要的一项便是混凝土强度。由于在结构荷载不断加大的同时,结构尺寸因受到众多因素的影响而不能加大,这就要求混凝土具有较高的强度。目前高强度混凝土(C80 以上)在工程中的应用逐步广泛,但现有文献资料显示,这些应用的高强度混凝土往往都添加了价格较高、资源较匮乏的矿物细粉^[1]。如何利用当地产的材料,辅以合适的外加剂,

不掺加资源较少、价格较高的矿物细粉,配制高强度等级混凝土 C80 是目前亟待解决的问题^[2]。笔者在采用陕西当地产的材料条件下,用高强度等级水泥、高效减水剂,加入以粉煤灰为主要原料的磨细矿粉,进行了高强度混凝土 C80 的配制试验研究,配制出了强度等级为 C80 的混凝土,为高强度混凝土 C80 在工程中的应用进行了基础试验工作。

1 试验材料

水泥:采用陕西秦岭水泥股份有限公司生产的 P.O 42.5R、P.O 52.5R 水泥,强度值见表 1。

表 1 水泥强度/MPa
Tab. 1 Strength grade of cement

水泥品种及 强度等级	抗折强度		抗压强度	
	3 d	28 d	3 d	28 d
P. O 42.5R	6.52	8.13	22.7	45.1
P. O 52.5R	7.30	9.33	23.2	55.8

砂:西安市沣河产中粗砂,细度模数为 3.2,级配合格,含泥量为 0.4%。

石子:西安市临潼区产花岗岩,规格为 5~25 mm,压碎指标为 5.6%,级配合格。

掺加料:陕西新型建筑材料有限公司生产的超细粉煤灰。

外加剂:西安东晶科贸有限公司生产的氨基磺酸盐高效减水剂 J、上海麦斯特建材有限公司生产

表 2 混凝土配合比
Tab. 2 Mixed ratio of concrete

试验编号	水泥/ (kg·m ⁻³)	砂/ (kg·m ⁻³)	石/ (kg·m ⁻³)	粉煤灰/ (kg·m ⁻³)	水/ (kg·m ⁻³)	外加剂掺量[(C+F)×2.5%]/ (kg·m ⁻³)	水灰比	水胶比
C ₁ 11	400	630	1 120	180	150	14.5	0.38	0.26
C ₁ 12	460	630	1 120	120	150	14.5	0.33	0.26
C ₁ 13	520	630	1 120	60	150	14.5	0.29	0.26
C ₂ 21	400	630	1 120	180	150	14.5	0.38	0.26
C ₂ 22	460	630	1 120	120	150	14.5	0.33	0.26
C ₂ 23	520	630	1 120	60	150	14.5	0.29	0.26
C ₂ 20	580	630	1 120	0	150	14.5	0.26	0.26

注:C₁为 P. O 42.5R 水泥;C₂为 P. O 52.5R 水泥;C+F 为水泥与粉煤灰之和。

表 3 不同磨细粉煤灰掺量混凝土强度

Tab. 3 Concrete strength of adding different amount of fly-ash-mill

试验编号	组数	塌落度平均值/ mm	表观密度平均值/ (kg·m ⁻³)	平均抗压强度/MPa					
				1 d	3 d	7 d	14 d	28 d	60 d
C ₁ 11	5	200	2 480	33.7	58.7	79.5	86.4	83.9	87.2
C ₁ 12	5	180	2 480	43.0	67.0	74.5	77.8	87.7	87.9
C ₁ 13	5	140	2 490	46.2	66.1	69.4	79.4	87.7	88.0
C ₂ 21	5	190	2 490	39.4	63.6	75.1	88.4	91.6	93.0
C ₂ 22	6	170	2 490	47.8	67.7	79.6	91.3	92.7	97.8
C ₂ 23	5	140	2 500	54.8	72.0	77.6	86.1	89.6	93.2
C ₂ 20	3	60	2 510	64.8	74.0	75.4	85.2	86.8	96.8

3 数据分析

目前在工程中普遍应用的是强度等级为 42.5 R 水泥,由于水泥强度较低,配制 C80 混凝土必须采用较低水灰比。为了使所配制的混凝土能够达到设计、施工要求,必须选用与水泥适应性良好的高效减水剂,将水灰比尽量取得较小;为了使混凝土有一定流动性,满足施工要求,将磨细粉煤灰按不同比例掺入^[5]。试验发现:磨细粉煤灰的掺量不能过大,也不能过小,要有一个合理值。其值在胶凝材料总量的 15%~20%之间,但不同的磨细

的 ST-8CN 减水剂 H 及西安市德莱克混凝土外加剂有限公司生产的奈系高效减水剂 D。

2 混凝土配合比及试验结果

试验用配合比。为尽量提高混凝土强度,在确定配合比时,首先将水灰比确定到最小值,再根据胶凝材料总量不超过 600 kg/m³ 的原则确定单位用水量^[3]。由上述原则确定的配合比见表 2。

掺入不同比例磨细粉煤灰^[4],加入 ST-8CN 减水剂的混凝土强度见表 3。

由于只有 C₁12、C₂22 系列接近试验要求,对这两个系列掺入不同外加剂,其试验结果见表 4。

混凝土强度增长曲线如图 1、2 所示。

表 4 掺入不同外加剂混凝土强度

Tab. 4 Concrete strength of adding different amount of chemical admixture

试验编号	组 数	坍落度平 均值/mm	表观密度平 均值/(kg·m ⁻³)	平均抗压强度/MPa					
				1 d	3 d	7 d	14 d	28 d	60 d
D12	5	60	2 480	39.8	54.7	69.8	80.2	82.0	86.3
J12	5	170	2 490	40.1	66.9	78.2	84.4	91.9	99.3
H12	5	170	2 500	43.0	67.0	74.5	77.8	87.7	87.9
D22	6	20	2 490	52.0	68.1	74.4	84.0	95.7	113.0
J22	6	180	2 500	46.3	65.4	77.4	86.0	93.9	97.5
H22	6	160	2 510	47.8	67.7	79.6	91.3	92.7	97.8
H20	3	60	2 510	64.8	74.0	75.4	85.2	86.8	96.8

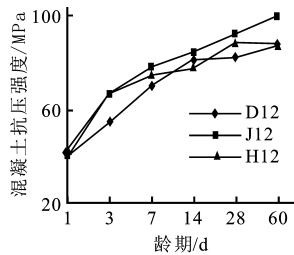


图 1 42.5R 水泥配制混凝土强度增长

Fig. 1 Strength growth of 42.5R cement concrete

使用 P. O 42.5R 水泥配制,当水灰比取 0.26 时,坍落度为 60 mm,粘聚性良好,混凝土早期强度高,1 d 强度达到 40.1 MPa,28 d 强度达到 91.9 MPa (J12);当水灰比取 0.28 时,坍落度为 200 mm,流动性增大,但强度随之下降,1 d 强度为 36 MPa,28 d 仅为 83 MPa,达不到 C80 要求。使用 P. O 42.5R 水泥,单掺入磨细粉煤灰只能配制低流动性混凝土,强度能够满足设计要求,但很难满足施工要求。

当强度等级为 52.5R 水泥时,水泥强度相对较高,仍然采用最低水灰比。为了得到强度更好的混凝土,单掺入磨细粉煤灰,仍将水灰比取到最小,水胶比取 0.26。根据试验数据用磨细粉煤灰掺量为 120 kg/m³的这组配合比配制。不同外加剂配制的每一组混凝土在未采用特殊工艺的情况下,28 d 抗压强度均超过 90 MPa (D22、J22、H22 饱水试件强度),满足设计强度要求,达到了 C80 混凝土强度等级。

从混凝土强度增长曲线可知:由于采用的是早期型水泥,混凝土早期强度增长较快。以 J22 为例,1、3、7 d 强度分别达到 46.3、65.4、77.4 MPa,分别占到 28 d 强度的 49.3%、69.7%、82.4%,而 7 d 以后强度增长较慢,14 d 至 28 d 强度仅增长 8.4%,由此提示:高强度等级混凝土强度增长过程,不同于普通强度等级混凝土,不宜用普通混凝土强度与时间关系来推算

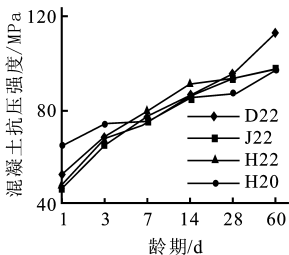


图 2 52.5R 水泥配制混凝土强度增长

Fig. 2 Strength growth of 52.5R cement concrete

高强度等级混凝土的各龄期强度。对于掺入不同磨细矿物料,采用不同型号水泥时,应在试验的基础上建立相关的设计数据与混凝土强度增长曲线^[8]。

4 结 语

(1)用 P. O 42.5R 水泥配制高强度等级混凝土,在不掺入其他活性矿物掺合料的情况下,即使很低的水灰比也很难达到设计强度;若单掺入磨细粉煤灰必须严格控制原材料质量,并且严格控制水灰比,在目前所使用的减水剂质量水平下,只有低流动性混凝土,才能达到高强度等级混凝土的配制强度。

(2)用 P. O 52.5R 水泥配制高强度等级混凝土,在不掺入其他活性矿物掺合料的情况下,即使很高的水泥用量也难达到设计强度;若单掺入磨细粉煤灰仍须严格控制原材料质量,并且严格控制水灰比,选用与水泥适应性良好的减水剂,混凝土流动性大大提高,能够达到高强度等级混凝土的配制强度,并且和易性较好。

参考文献:

[1] 尹 红. 高强混凝土配制的研究[J]. 黑龙江水利科技, 2003, 33(2): 84—85.

[2] 覃维祖. 粉煤灰在混凝土中的应用[J]. 粉煤灰综合利用, 2000, 14(3): 1—7.

[3] 金小群. 浅谈高强混凝土的配制原则与质量控制[J]. 西部探矿工程, 2002, 14(增): 406—407.

[4] 钱觉时. 粉煤灰特性与粉煤灰混凝土[M]. 北京: 科学出版社, 2002.

[5] 孙氍萍, 陈顺治. 粉煤灰混凝土的物理力学性能[J]. 四川建筑科学研究, 2002, 28(4): 81—87.

[6] 刘秉京. 混凝土技术[M]. 北京: 人民交通出版社, 1998.

[7] 陈 磊, 周 悦. 粉煤灰混凝土超强原因分析[J]. 粉煤灰综合利用, 2002, 16(3): 38—39.

[8] 张纯禹, 李启令. 粉煤灰混凝土强度的优化设计[J]. 郑州大学学报(理学版), 2002, 34(4): 88—91.