

文章编号:1673-9469(2008)02-0006-03

## 钢渣矿渣代替细骨料配制混凝土的试验研究

何锦云, 贾青, 李清扬  
(河北工程大学 土木工程学院, 河北 邯郸 056038)

**摘要:**利用邯郸本地的矿渣、钢渣,部分代替细骨料,采用正交设计方法进行试验,然后与基准混凝土比较。结果表明,钢渣、矿渣混凝土的7d、28d抗压强度非常接近基准混凝土,钢渣掺量与水胶比、矿渣掺量及水泥用量相比,其对混凝土的坍落度影响最大。

**关键词:**钢渣;矿渣;正交设计

**中图分类号:** TU528.44

**文献标识码:** A

## Experimental research on steel slag and gangue replaces thin aggregate in preparing the concrete

HE Jin-yun, JIA Qing, LI Qing-yang  
(College of Civil Engineering, Hebei University of Engineering, Handan 056038, China)

**Abstract:** The concrete, which contains slag from Handan instead for sand in concrete partially, was compared with normal concrete by using the orthogonal design method. The tests indicate that slag concrete's compression strength of 7days and 28 days are very closed to normal concrete, and steel slag is more important than other factors such as water - binder ratio, slag content and cement content for concrete workability.

**Key words:** steel slag; slag; orthogonal design

钢渣、矿渣是钢铁冶金工业中的主要副产品。我国钢产量居世界首位,但目前的钢铁渣综合利用率为50%,钢渣综合利用率为10%<sup>[1]</sup>。邯郸是钢铁基地,2007年邯钢的钢产量达800万吨,若按钢渣排放量是钢产量的15%(质量分数)计,仅邯钢2007年排放钢渣量就达120万吨。它属工业废料,不仅堆放占地,而且污染环境。此外,邯郸地区的砂多为细砂,有些属于特细砂。所以若采用钢渣矿渣代砂拌制混凝土,既发挥钢渣矿渣本身的活性,又可改善混凝土的耐久性<sup>[2]</sup>,降低混凝土

的表观密度,同时也降低了混凝土的成本,扩大混凝土的应用范围<sup>[3,4]</sup>。本文通过邯郸本地的钢渣、矿渣部分代替细骨料进行试验,研究不同因素、水平对混凝土7d、28d强度及坍落度的影响。

### 1 试验用原材料

水泥:水泥采用太行山水泥责任有限公司生产的太行山牌42.5的普通硅酸盐水泥。

表1 邯钢钢渣矿渣化学成分(%)

Tab. 1 The chemical constituents of steel slag and slag from han steel (%)

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	MnO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S	f - CaO
钢渣	15 - 25	3 - 7	35 - 40	6 - 13	0.5 - 3	0 - 1	< 0.4	1.6 - 5
矿渣	31 - 35	12 - 16	34 - 37	8 - 11	- -	- -	0.4	- -

收稿日期:2008-01-10

基金项目:河北省建设厅科学技术研究计划项目(2006-125)

作者简介:何锦云(1961-),女,河北邢台人,教授,从事建筑材料的教学与研究。

骨料:细骨料采用本地区产的细砂,细度模数为 2.17,级配符合Ⅲ区要求;粗骨料选用的是碎石,压碎指标为 11.3%,根据粗骨料粒径对混凝土的影响<sup>[5,6]</sup>,碎石的公称粒级选用 5-31.5mm。

外加剂:本试验选用萘系 FDN 高效减水剂。

钢渣、矿渣:本试验采用邯郸钢铁集团的钢渣矿渣。钢渣存放期在两年以上,表观密度为 2395kg/m<sup>3</sup>,堆积密度为 1475kg/m<sup>3</sup>,细度模数为 2.08;矿渣细度模数为 2.59。钢渣、矿渣化学成分见表 1。

水:本试验采用自来水。

## 2 试验方案

因素水平选取。本试验为四因素三水平试验,因素水平表如表 2。

选表。本试验采用正交设计的方法,选用 L<sub>9</sub>(3<sup>4</sup>)正交表安排试验。

表 2 因素与水平表

Tab.2 The factors and levels graph

水平	因素 A(%)	因素 B	因素 C(%)	因素 D(kg)
	钢渣掺量	水胶比	矿渣掺量	水泥用量
1	0	0.39	0	500
2	30	0.42	20	464
3	60	0.45	40	433

试验方案。本试验不考虑因素之间的交互作用,只需将各因素水平分别填写在选用的正交表的相应部位,试验方案及经计算后的试验结果如表 3 所示。

## 3 试验结果及分析

### 3.1 试验结果

混凝土拌合物的塌落度及混凝土 7d、28d 抗压强度见表 3。

表 3 L<sub>9</sub>(3<sup>4</sup>)试验方案、试验结果及数据处理  
Tab.3 L<sub>9</sub>(3<sup>4</sup>)text scheme, text results and data processing

指标	试验号	A (%)	B	C (%)	D(kg)	FDN (kg)	抗压强度(MPa)		塌落度(mm)
		钢渣 掺量	水胶 比	矿渣 掺量	水泥 用量		7d	28d	
	1	1(0)	1 (0.39)	1 (0)	1 (500)	3.75	44.9	53.7	230
	2	1(0)	2 (0.42)	2 (20)	2 (464)	3.48	42.9	54.1	210
	3	1(0)	3 (0.45)	3 (40)	3 (433)	3.25	39.6	50.1	200
	4	2(30)	1 (0.39)	2 (20)	3 (433)	3.25	42.2	52.4	20
	5	2(30)	2 (0.42)	3 (40)	1 (500)	3.75	40.2	40.6	200
	6	2(30)	3 (0.45)	1 (0)	2 (464)	3.48	36.9	44.9	170
	7	3(60)	1 (0.39)	3 (40)	2 (464)	3.48	44.7	49.3	25
	8	3(60)	2 (0.42)	1 (0)	3 (433)	3.75	33.3	41.8	35
	9	3(60)	3 (0.45)	2 (20)	1 (500)	3.25	36.1	45.9	50
7d 强度 结果 分析	K <sub>1</sub>	127.4	131.8	115.1	118.4				
	K <sub>2</sub>	119.3	116.4	121.2	124.5				
	K <sub>3</sub>	114.1	112.6	124.5	117.9				
	K <sub>1</sub> /3	42.5	43.9	38.4	39.5		y <sub>均</sub> = 40.1		
	K <sub>2</sub> /3	39.8	38.8	40.4	41.5				
	K <sub>3</sub> /3	38.0	37.5	41.5	39.3				
	R	4.5	6.4	3.1	2.2				
28d 强度 结果 分析	K <sub>1</sub>	157.9	155.4	140.4	140.2				
	K <sub>2</sub>	137.9	136.5	152.4	148.3				
	K <sub>3</sub>	137	140.9	140.0	144.3				
	K <sub>1</sub> /3	52.6	51.8	46.8	46.7		y <sub>均</sub> = 48.1		
	K <sub>2</sub> /3	46.0	45.5	50.8	49.4				
	K <sub>3</sub> /3	45.7	47.0	46.7	48.1				
	R <sub>i</sub>	6.9	6.3	4.1	2.7				

表4 塌落度的方差分析表  
Tab.4 Variance analysis of slump

方差来源	平方和	自由度	均方	F值	临界值	显著性
钢渣掺量	$S_A = 46866$	2	23433	11716.5	$F_{0.01}(2,1) = 4999$	**
水胶比	$S_B = 5616.6$	2	2808.3	1404.2	$F_{0.05}(2,1) = 200$	*
矿渣掺量	$S_C = 5014.6$	1	2507.3	1253.7	$F_{0.1}(2,1) = 49.5$	*
水泥用量	$S_D = 8750$	2	4375	2187.5	$F_{0.01}(2,2) = 99$	*
误差 e	$S_e = 2$	1	2		$F_{0.05}(2,2) = 19$	
总和	$S_T = 66249.2$	8			$F_{0.1}(2,2) = 9$	

### 3.2 试验结果分析

1) 极差分析:通过对试验结果的直接观察,第7组的7d抗压强度最高,为44.7MPa,由极差大小得出影响混凝土7d抗压强度的主要因素是BACD(见表3),最佳配制方案是A1B1C3D2;第2组的28d抗压强度最高,为54.1MPa,由极差大小得出影响混凝土28d抗压强度的主要因素是ABCD(见表3),最佳配制方案是A1B1C2D2。

2) 方差分析:由方差计算(见表4)得出,各因素影响混凝土塌落度的顺序是ADBC,钢渣掺量高度显著性因素。

### 4 结论

1) 在相同制备、养护条件下:当水胶比为0.39、钢渣掺量60%、矿渣掺量40%时,混凝土的7d抗压强度为44.7MPa,且非常接近基准混凝土(44.9MPa);当水胶比为0.42、钢渣掺量为0、矿渣

掺量为20%时,混凝土28d抗压强度为54.1MPa,略高于基准混凝土(53.7MPa)。


2) 根据F指标,钢渣掺量对混凝土塌落度的影响是高度显著的;而水胶比、矿渣掺量和水泥用量对塌落度的影响是显著的。

#### 参考文献:

- [1] 朱桂林,孙树杉.应加快钢铁渣资源化利用[J].中国钢铁业,2007,(1):23-27.
- [2] 林伦,王世伟.掺合料对混凝土耐久性的影响[J].天津城市建设学院学报,2004,10(3):204-207.
- [3] 俞海勇.海工高性能混凝土专用掺合料[J].粉煤灰,2005,(2):9-11.
- [4] 党永发,朱建辉,熊剑平,等.掺矿渣水泥混凝土路用性能研究[J].水泥工程,2005,(4):15-17.
- [5] 何锦云,李清扬,王继宗,等.粗骨料粒径对低水胶比砼强度及和易性的影响[J].河北建筑科技学院学报,2005,22(2):24-27.
- [6] 吴中伟,廉慧珍.高性能混凝土[M].北京:中国铁道出版社,1999.

(责任编辑 闫纯有)

# 钢渣矿渣代替细骨料配制混凝土的试验研究

作者: [何锦云](#), [贾青](#), [李清扬](#), [HE Jin-yun](#), [JIA Qing](#), [LI Qing-yang](#)  
作者单位: [河北工程大学, 土木工程学院, 河北, 邯郸, 056038](#)  
刊名: [河北工程大学学报\(自然科学版\)](#)   
英文刊名: [JOURNAL OF HEBEI UNIVERSITY OF ENGINEERING \(NATURAL SCIENCE EDITION\)](#)  
年, 卷(期): 2008, 25 (2)  
被引用次数: 1次

## 参考文献(6条)

1. 朱桂林;孙树杉 [应加快钢铁渣资源化利用](#)[期刊论文]-[中国钢铁业](#) 2007(01)
2. 林伦;王世伟 [掺合料对混凝土耐久性的影响](#)[期刊论文]-[天津城市建设学院学报](#) 2004(03)
3. 俞海勇 [海工高性能混凝土专用掺合料](#)[期刊论文]-[粉煤灰](#) 2005(02)
4. 党永发;朱建辉;熊剑平 [掺矿渣水泥混凝土路用性能研究](#)[期刊论文]-[水泥工程](#) 2005(04)
5. 何锦云;李清扬;王继宗 [粗骨料粒径对低水胶比砼强度及和易性的影响](#)[期刊论文]-[河北建筑科技学院学报\(自然科学版\)](#) 2005(02)
6. 吴中伟;廉慧珍 [高性能混凝土](#) 1999

## 本文读者也读过(10条)

1. [马岚](#) [钢渣混凝土在仿海岸环境下的应用研究](#)[学位论文]2004
2. [周佳](#), [倪文](#), [牛福生](#) [全固废无水泥钢渣重载路面混凝土的研究及工程应用](#)[期刊论文]-[环境工程](#)2005, 23(5)
3. [牛伯羽](#), [Ni Bo-yu](#) [飞灰及矿渣作为细骨料制得的混凝土性质的研究](#)[期刊论文]-[吉林水利](#)2009(3)
4. [杨永民](#), [yang Yongmin](#) [粗磨钢渣代替细骨料对道路混凝土耐磨性能的影响](#)[期刊论文]-[粉煤灰综合利用](#)2009(1)
5. [吴星春](#), [江晨晖](#), [Wu Xingchun](#), [Jiang Chenhui](#) [高炉矿渣骨料高强混凝土性能的试验分析](#)[期刊论文]-[工业建筑](#) 2007, 37(3)
6. [兰琼](#) [利用高岭土尾矿渣作细骨料生产砼小型空心砌块的试验研究](#)[期刊论文]-[昆明理工大学学报](#)2001, 26(5)
7. [程从密](#), [焦楚杰](#), [詹镇峰](#), [李烈军](#) [钢渣在混凝土中的应用现状与前景分析](#)[会议论文]-2008
8. [冷达](#), [Ling Da](#) [钢渣代砂对砂浆收缩性能的研究](#)[期刊论文]-[粉煤灰综合利用](#)2007(4)
9. [唐卫军](#), [任中兴](#), [朱建辉](#), [张华](#) [钢渣矿渣微粉复合掺合料在混凝土中的应用](#)[会议论文]-2009
10. [张爱萍](#), [李永鑫](#), [ZHANG Ai-ping](#), [LI Yong-xin](#) [钢渣复合掺合料配制混凝土的工作性能与力学性能研究](#)[期刊论文]-[混凝土](#)2006(6)

## 引证文献(1条)

1. [颜碧兰](#), [刘晨](#), [王昕](#), [张洪滔](#) [钢渣在水泥工业中利用的思考](#)[期刊论文]-[水泥](#) 2012(1)

本文链接: [http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_hbjzkjxyxb200802002.aspx](http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_hbjzkjxyxb200802002.aspx)