

文章编号:1673-9469(2011)04-0018-04

C30 再生粗骨料混凝土和易性和抗压强度研究

何锦云,毛明明

(河北工程大学 土木工程学院,河北 邯郸 056038)

摘要:以砖混结构建筑拆卸下来的混凝土块为原材料制备 C30 再生粗骨料混凝土,利用正交设计方法,研究了再生粗骨料取代率、水灰比、砂率对再生混凝土 28 d 抗压强度及和易性的影响。结果表明再生粗骨料取代率是影响混凝土 28 d 抗压强度及和易性的最主要因素;随着再生粗骨料取代率的增加,强度与和易性均下降;使再生粗骨料取代率为 60%,水灰比为 0.5,砂率为 36%,通过合理的配合比可以配制出 28 d 强度达到 46.3 MPa 的混凝土。

关键词:再生粗骨料混凝土;正交设计;和易性;抗压强度

中图分类号: TU528

文献标识码: A

Study on the workability and compressive strength of C30 recycled coarse aggregate concrete

HE Jin-yun, MAO Ming-ming

(College of Civil Engineering, Hebei University of Engineering, Hebei Handan 056038. China)

Abstract: The C30 recycled coarse aggregate concrete is produced by use of the concrete blocks from the dismantled masonry structure buildings and the influence of recycled coarse aggregate replacement percentages, water cement ratio, and sand ratio on the 28 d compressive strength and workability are studied in orthogonal experiment design. The results show that the recycled coarse aggregate replacement percentages is the most primary factor effecting on 28 d compressive strength and workability; and with the recycled coarse aggregate replacement percentages increased, strength and workability decreased; It calls for using the percentages of 60% as recycled coarse aggregate, 0.5 as water cement ratio and 36% as sand ratio to make reasonable design of mix proportions, we can obtain the recycled coarse aggregate concrete that its 28d compressive strength reach to 46.3 MPa.

Key words: recycled coarse aggregate concrete; orthogonal design; workability; compressive strength

随着我国城市化进程的不断加快,拆除的建筑垃圾占用了大量的土地并形成严重的二次污染^[1],因此废弃混凝土的回收再利用问题成为研究的热点。安新正等^[2]利用废弃 C25 混凝土梁破碎制成的再生粗骨料进行了再生混凝土在海水环境下的腐蚀研究;邢振贤等^[3]研究了再生骨料掺量、粉煤灰取代水泥量、粉煤灰超量系数和水灰比对粉煤灰再生混凝土抗压强度的影响。本实验采用正交设计试验方法研究邯郸再生混凝土在不同再生粗骨料取代率、不同水灰比、不同砂率的条件下对 C30 再生粗骨料混凝土抗压强度及和易性的

影响,以期为实际工程应用建筑垃圾骨料提供有益的参考。

1 材料与方法

1.1 原材料

①水泥:选用太行山牌 42.5R 普通硅酸盐水泥,其各项性能指标及化学成分^[4]见表 1、表 2。

②再生粗骨料:采用砖混结构旧建筑拆卸下来的混凝土块(以碎砖为主),经人工破碎制成具有连续颗粒级配的再生粗骨料,其物理性能指

标^[5]见表3。

③天然骨料:本试验选用邯郸本地产的碎石,其物理性能指标见表3。

④细骨料:选用当地的细砂,其物理性能指标见表4。

⑤水:采用邯郸市饮用自来水。

1.2 试验方法

本试验利用正交设计的方法配制 C30 混凝土,选取再生粗骨料取代率、水灰比和砂率3个因素,分别以 A、B、C 来表示,D 表示空列,每个因素选取3个水平,即再生粗骨料取代率为0%、30%、60%,水灰比为0.48、0.5、0.52,砂率为36%、38%、40%;采用 L₉(3⁴) 正交表来安排试验,以抗压强度和坍落度为考核指标,对考核指标进行极差分析,得到因素 A、B、C 的第1水平所对应的各指标和 K1,第2水平 K2,第3水平 K3 及 K1、K2、K3 的平均值 k1、k2、k3,最后计算极差值 R,从而确定最佳试验方案^[6]。另外本试验根据再生粗骨

料吸水率大而选用基于自由水灰比之上的配合比设计方法^[7]。

2 试验结果与分析

表5为28d抗压强度与坍落度的试验结果,可以看出再生粗骨料取代率为60%,水灰比为0.48,砂率为40%时,28d抗压强度为最小,其值为40.5MPa,由此可知配制强度完全能够满足设计要求;当掺加再生粗骨料时,28d抗压强度最大值达到了46.3MPa,已经大大超出了配置强度。

28d抗压强度与坍落度的极差分析见表6,可以根据R的大小判断出影响28d抗压强度的主次顺序为A1→B2→C2,即再生粗骨料取代率是影响28d抗压强度的主要因素,砂率对再生粗骨料混凝土的影响不大,水灰比有一定的影响;还可判断出影响坍落度的主次顺序为A1→B1→C2,即再生粗骨料的取代率和水灰比对混凝土坍落度的影响比较大。

表1 普通硅酸盐水泥的性能指标

Tab.1 Properties of ordinary portland cement

标准稠度 用水量/%	凝结时间/h		安定性	抗折强度/MPa		抗压强度/MPa	
	初凝时间	终凝时间		3 d	28 d	3 d	28 d
26.37	2.5	4	良好	4.95	28.0	8.52	48.2

表2 普通硅酸盐水泥的化学成分

Tab.2 Chemical of ordinary portland cement

化学成分	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
含量/%	28.87	8.45	3.62	0.01	55.64	0.29	0.48

表3 粗骨料的性能指标

Tab.3 Properties of concrete coarse aggregate

	堆积密度/(g·cm ⁻³)	表观密度/(g·cm ⁻³)	颗粒级配/mm	含水率/%	吸水率/%
碎石	1.394	2.660	5-31.5	0.1	0.6
再生粗骨料	1.072	2.326	5-16	2.4	6.4

表4 细骨料的性能指标

Tab.4 Properties of concrete fine aggregate

含泥量 /%	堆积密度/ (g·cm ⁻³)	表观密度/ (g·cm ⁻³)	细度模 数/%	(筛孔尺寸)累计筛余/%						含水率 /%
				4.75	2.36	1.18	0.63	0.315	0.15	
1.5	1.441	2.655	1.85	1.81	4.84	9.07	20.97	66.73	89.11	0.2

表 5 28d 抗压强度与坍落度试验结果
Tab.5 Test results of 28d compressive strength and slump

试验号	A	B	C	D	坍落度 /mm	表观密度 / $(g \cdot cm^{-3})$	7 d 抗压强度/MPa	28 d 抗压强度/MPa
1	1(0)	1(0.48)	1(36)	1	50	2.5115	38	48.4
2	1(0)	2(0.5)	2(38)	2	35	2.5117	40.2	53.3
3	1(0)	3(0.52)	3(40)	3	30	2.5185	35.4	46.9
4	2(30)	1(0.48)	2(38)	3	30	2.4443	34.2	45.3
5	2(30)	2(0.5)	3(40)	1	27	2.4462	34.2	46.3
6	2(30)	3(0.52)	1(36)	2	15	2.4558	33.7	43.3
7	3(60)	1(0.48)	3(40)	2	25	2.3695	32.3	40.5
8	3(60)	2(0.5)	1(36)	3	12	2.373	34.7	46.3
9	3(60)	3(0.52)	2(38)	1	4	2.3443	29.0	42.3

表 6 28d 抗压强度与坍落度的极差分析
Tab.6 Range analysis of 28d compressive strength and slump

编号	28 d 抗压强度各因素的和与极差				坍落度各因素的和与极差			
	A	B	C	D	A	B	C	D
K1	148.5	134.2	138	137	115	105	77	101
K2	134.9	145.8	140.8	137	72	74	89	75
K3	129.1	132.5	133.7	138.5	61	69	82	72
k1	49.5	44.7	46	45.7	38.3	35	25.7	33.7
k2	45.0	48.6	46.9	45.7	24	24.7	29.7	25
k3	43.0	44.2	44.6	46.2	20	23	27.3	24
R	6.5	4.4	2.4	0.5	18.3	12	4	9.7

2.1 28 d 抗压强度分析

利用极差分析中每个因素的 3 个强度平均值 k1、k2、k3 得出再生粗骨料混凝土 28 d 抗压强度与各因素水平的关系(图 1),可以看出随着再生粗骨料取代率的增加,混凝土的强度有所下降(由于砂率的不同故对强度有一定的影响),主要是由于再生粗骨料与新旧砂浆之间的粘结力较为薄弱及再生粗骨料孔隙率高,在承受轴向压力时,容易形成应力集中,导致再生混凝土的强度降低。

对于普通混凝土来说,降低水灰比可以提高混凝土的强度,但并非越小越好^[8],而再生混凝土也具有这样的特点,从图 1 可以看出当水灰比从 0.52 增加到 0.5 时,再生混凝土的强度增长较为显著,而当水灰比继续增加至 0.48 时,抗压强度反而下降,这是由于水分的减少影响了水泥水化反应的充分进行。

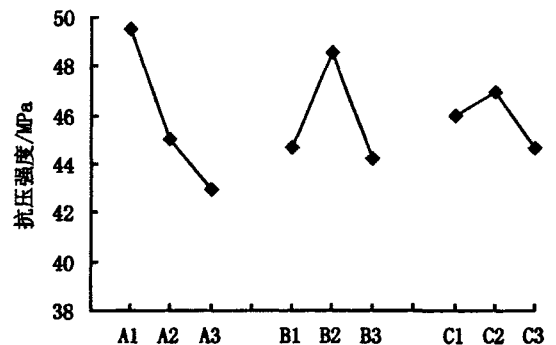


图 1 C30 再生粗骨料混凝土 28d 抗压强度与各因素的关系
Fig.1 The relation between 28 d compressive strength of recycled coarse aggregate concrete of C30 and each factor level

图 2 为再生粗骨料取代率分别为 0%、30%、60% 时,不同水灰比对 28 d 抗压强度的影响,可以看出无论再生粗骨料的取代率是 0%、30% 还是 60%,当水灰比为 0.5 时,再生混凝土的 28 d 抗压强度均为最大。并且取代率为 30% 的再生混凝土

相较于普通混凝土,28 d 抗压强度下降了 13.1%,而再生粗骨料取代率为 60% 时,28 d 抗压强度也只下降了 13.1%,由此可见当水灰比合适时,再生粗骨料取代率对 28 d 抗压强度影响不大。

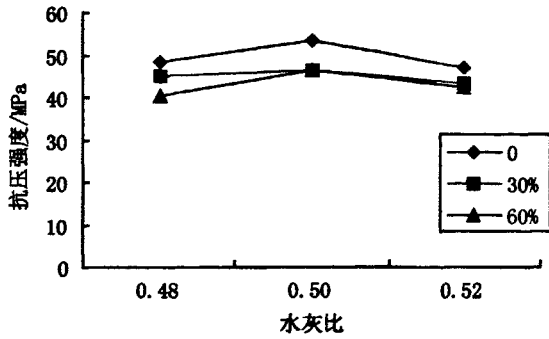


图2 水灰比对再生混凝土28d抗压强度的影响

Fig.2 Influence of water cement ratio on 28 d compressive strength

2.2 坍落度分析

利用极差分析中每个因素的 3 个坍落度平均值 k_1 、 k_2 、 k_3 得出再生粗骨料混凝土坍落度与各因素水平的关系(图 3),可以看出随着再生粗骨料取代率的增加,坍落度呈下降趋势,主要是由于再生粗骨料孔隙率及吸水率均大于天然粗骨料,在相同水灰比的条件下再生粗骨料的取代率越大,再生骨料混凝土的坍落度就越低;同时由于再生粗骨料表面粗糙,棱角众多,增大了拌和物在搅拌与浇筑时的摩擦力,降低了再生粗骨料混凝土的坍落度。从图 3 还可以看出坍落度随着水灰比的增大而降低,这主要是因为砂率的增大导致粗骨料表面积增大,使混凝土中实际拌合水用量减少,降低了坍落度。

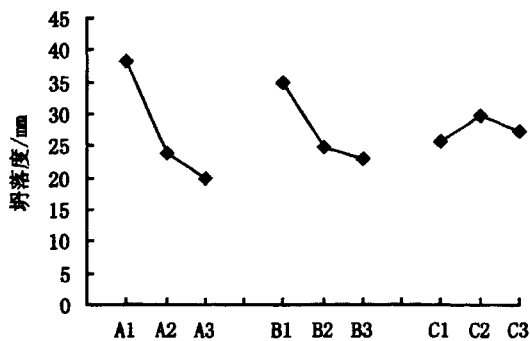


图3 C30再生粗骨料混凝土坍落度与各因素的关系

Fig.3 The relation between slump of recycled coarse aggregate concrete of C30 and each factor level

图 4 为水灰比分别为 0.48、0.5、0.52 时,不同再生粗骨料取代率对坍落度的影响,可以看出当

水灰比为 0.5 时,再生粗骨料的取代率从 0 变化到 30% 时坍落度减小的不是很明显,而 30% - 60% 则明显下降;而水灰比为 0.52 时则正好相反,因此当工程对坍落度有要求时应根据实际情况选择再生粗骨料取代率和水灰比。

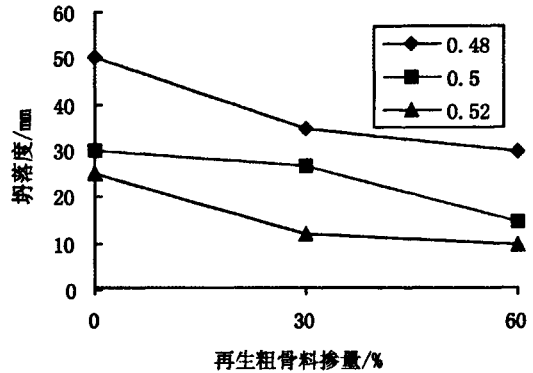


图4 再生粗骨料取代率对混凝土坍落度的影响

Fig.4 Influence of recycled coarse aggregate replacement percentages on slump

3 结论

1) 再生粗骨料替代天然骨料配制 C30 混凝土,再生骨料取代率为 60% 时配制出的混凝土强度略高于 40 Mpa,由此可知当再生粗骨料取代率小于 60% 时,配制强度完全能够满足设计要求。

2) 随着再生粗骨料取代率及水灰比的增大,混凝土的抗压强度及和易性均下降。

参考文献:

- [1] 肖建庄,李佳彬,兰 阳. 再生混凝土技术最新研究进展与评述[J]. 混凝土,2003(6):17-20.
- [2] 安新正,易 成,姜新佩,刘 超. 海水环境下再生混凝土的腐蚀研究[J]. 河北工程大学学报:自然科学版,2011,28(1):5-9.
- [3] 邢振贤,王晓蕾,赵玉青,胡玉珊. 正交设计选择粉煤灰再生混凝土最佳配合比[J]. 低温建筑技术,2004(1):4-5.
- [4] 田 芳,叶 青,章天刚. 废弃混凝土磨细粉作水泥混合材的试验研究[J]. 河北工程大学学报:自然科学版,2010,27(4):23-25.
- [5] 白宪臣. 土木工程材料实验[M]. 北京:中国建材工业出版社,2009.
- [6] 刘文卿. 实验设计[M]. 北京:清华大学出版社,2005.
- [7] 史 巍,侯景鹏. 再生混凝土技术及其配合比设计方法[J]. 建筑技术开发,2001(8):18-20.
- [8] 肖建庄. 再生混凝土[M]. 北京:中国建材工业出版社,2008.

(责任编辑 马立)